Anat.
181 n
4°
Stilling

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

DRITTES CAPITEL.

Ueber den Ursprung der weissen Substanz des Rückenmarks überhaupt, und der einzelnen weissen Stränge insbesondere.

Von dem obersten Gebiete des Rückenmarks, resp. von den obersten Schichten der 1. Hals-Nervenprovinz des Rückenmarks an aufwärts, sehen wir, selbst mit unbewaffneten Augen, die weisse Substanz unzweifelhaft in die Medulla oblongata, und aus dieser theils in den Pons Varolii und das grosse Gehirn, theils in das kleine Gehirn eintreten. Der grösste oder der grössere Theil dieser weissen Substanz besteht, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, aus Längsfasern, welche der Axe des Rückenmarks mehr oder weniger parallel verlaufen. Demnach steht der Behauptung, dass ein beträchtlicher Theil der Längsfasern der weissen Substanz des obersten Cervicaltheils des Rückenmarks in das Gehirn eintrete, resp. aus dem Gehirn in das Rückenmark herablaufe, nicht der mindeste Zweifel entgegen.

An die eben bezeichnete Thatsache knüpft sich also die Frage: Ist die weisse Substanz, welche in der obersten Halsnervenprovinz des Rückenmarks befindlich ist, cerebralen Ursprungs, und verläuft sie also vom Gehirn an abwärts im Rückenmark? Und wenn dieses bejaht werden müsste, entsteht die weitere Frage: Sind die in sämmtlichen Höhen des Rückenmarks in der weissen Substanz enthaltenen Fasern die unmittelbaren Fortsetzungen der in der obersten Halsnervenprovinz enthaltenen Fasern; mit anderen Worten: stellen die weissen Stränge sämmtlicher Höhen des Rückenmarks nichts anderes vor, als Fortsetzungen oder Abschnitte der ununterbrochenen Continuität der in der obersten Halsnervenprovinz enthaltenen Längsfasern?

Und wenn auch dies bejaht werden müsste, alsdann kommt die dritte Frage: Enden die vom Gehirn in's Rückenmark tretenden Fasern in dem Rückenmark selbst, oder treten sie aus demselben aus? und in welcher Weise verhalten sie sich in dem einen oder andern Falle genauer?

Falls aber die erste (und dann also auch die zweite und dritte) Frage verneinend beantwortet werden müsste, alsdann würde die folgende zu ermitteln sein: Entspringt die weisse Substanz des Rückenmarks, die wir in sämmtlichen Höhen dieses Organs gewahren, ganz oder zum Theil innerhalb dieses Organs selbst, oder ganz oder zum Theil ausserhalb desselben, und welches ist als der eigentliche Ort ihres Ursprungs zu bezeichnen?

Wenden wir uns zur Beantwortung der ersten Frage, ob die in der obersten Halsnerven-Provinz enthaltene weisse Substanz (resp. die darin enthaltenen Längsfasern) cerebralen Ursprungs ist, oder nicht. Das Mikroskop zeigt uns auf Quer- wie auf Längsabschnitten, dass die sämmtlichen Längsfasern aus den obersten Schichten des ersten Halsnervengebiets in die Medulla oblongata in ununterbrochener Continuität sich fortsetzen. Die genauere mikroskopische Anatomie der Medulla oblongata selbst hat uns aber gezeigt, dass die Längsfasern dieses Organs, welche als die unmittelbaren Fortsetzungen der weissen Vorderstränge der obersten Rückenmarks-Schichten anzusehen sind, wo nicht alle, so doch zu einem grossen Theile, durch die ganze Länge der Medulla oblongata hindurch in den Pons Varolii, und selbst durch diesen hindurch in das grosse Gehirn verlaufen. Hieraus folgt der unzweifelhafte Schluss: dass ein guter oder der grössere Theil der in den weissen Vordersträngen der obersten Halsnervenprovinz des Rückenmarks enthaltenen Fasern in das Gehirn emporsteigt, resp. aus demselben herabtritt, also cerebralen Ursprungs sei.

Aus der Anatomie der Medulla oblongata und des Pons Varolii wissen wir ferner, dass auch die in den Seitensträngen der obersten Rückenmarks-Schichten enthaltenen Längsfasern sich in die Medulla oblongata in ununterbrochener Continuität fortsetzen, in dieser, sowie weiter aufwärts im Pons Varolii, zwar einen verschiedenartigen Verlauf zeigen (nach meinen neueren Untersuchungen theilweise in die Pyramiden übergehen), immerhin aber zum Gehirn emporsteigen; also gleichfalls cerebralen Ursprungs sind.

Die in den weissen Hintersträngen der obersten Rückenmarks-Schichten enthaltenen Längsfasern betreffend, so lehrt uns die mikroskopische Anatomie der Medulla oblongata, dass auch jene Fasern in ununterbrochener Continuität in die Medulla oblongata aufwärts treten; ein Theil dieser Fasern geht aus der Medulla oblongata in das kleine Gehirn über, ein anderer (und zwar mindestens die Hälfte dieser Fasern) tritt aber in den Pons Varolii über, und geht, nachdem er etwa die halbe Länge des Hirnknotens durchsetzt hat, als Portio major Nervi trigemini aus demselben wieder heraus. Dieser letztgenannte Theil der unmittelbaren Fortsetzung der Continuität der in den obersten Rückenmarks-Gebieten enthaltenen Längsfasern ist also unzweifelhaft nicht cerebralen Ursprungs [43]).

Die oben gestellte erste Frage kann also im Allgemeinen nicht allein nicht bejaht werden, sondern wir müssen vielmehr auf jene die folgende Antwort formuliren: Die in den obersten Schichten der 1. Halsnervenprovinz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern sind zum Theil cerebralen Ursprungs, zum Theil nicht cerebralen Ursprungs; zum ersteren gehört allerdings die grössere Abtheilung, zum letzteren die kleinere; immerhin ist diese aber beträchtlich genug, indem sie etwa die Hälfte der weissen Hinterstränge des obersten Halsnervengebiets des Rückenmarks beträgt.

Obwohl nun die gegebene Antwort, streng genommen, auch schon die Antwort auf die zweite Frage in sich schliesst, und wir also, auf die erste Antwort hin, behaupten können, dass die im Rückenmark überhaupt enthaltenen Längsfasern jedenfalls nicht sämmtlich cerebralen Ursprungs sein können, so bleibt aber doch derjenige Theil der zweiten Frage genauer zu erörtern: ob die sämmtlichen, in den weissen Strängen des Rückenmarks in dessen verschiedenen Höhen enthaltenen, Längsfasern die unmittelbaren Fortsetzungen der Continuität der in der obersten Halsnervenprovinz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern sind oder nicht?

Die Beantwortung dieses Theils der Frage ist allerdings mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Dieselben sind aber zu überwinden, und die exacte Beantwortung dieser Frage ist allerdings möglich. Die Schwierigkeiten der Lösung dieser Frage finden sich in Folgendem: Da nicht eine jede Längsfaser

[43]) Die genaueren anatomischen Nachweise der oben beregten Thatsachen finden sich theils in meiner Schrift über die Medulla oblongata (1843), theils in der über den Pons Varolii (1846 p. 122 u. ff.) auseinandergesetzt.

im Rückenmark, wie die vorausgegangenen Untersuchungen gezeigt haben, in allen Strecken ihres Verlaufs als Längsfaser sich verhält, sondern die Umbeugung der Fasern aus einer Richtung in die andere, aus einer Ebene in die andere, sehr häufig beobachtet wird, und ein, wenn nicht allgemeines Gesetz für alle Fasern, so doch ein weitgreifendes Gesetz für einen grossen Theil der im Rückenmark enthaltenen Fasern ist, — dergestalt, dass z. B. eine als Längsfaser im Gebiete der 2. Halsnerven-Provinz des Rückenmarks verlaufende Faser in der nächstbenachbarten Rückenmarks-Provinz des 3. oder 1. Halsnervengebiets als Querfaser in mehr oder weniger horizontaler Richtung verläuft, und vice versa, — so sind bei der Entscheidung dieser Frage zwei wichtige Mittel unanwendbar, die bei anderen Fragen unzweifelhafte Entscheidungsgründe darbieten würden; ich meine: die vergleichende Bestimmung des Flächeninhalts der weissen Substanz in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks, und die vergleichende directe Zählung der in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks vorhandenen Längsfasern.

Wenn wir nämlich die Thatsachen erwägen, dass in der Mitte der Brustanschwellung der Flächeninhalt der weissen Substanz bei weitem überwiegend ist über denjenigen in der 1. Halsnerven-Provinz des Rückenmarks, so würde, wenn es gestattet wäre anzunehmen, dass in der weissen Substanz des Rückenmarks die Zahl der Längsfasern und Querfasern überall proportional vorhanden sei, bereits auch hierin der Beweis liegen, dass in der Brustanschwellung des Rückenmarks eine grössere Menge von Längsfasern enthalten sei, als in den obersten Halsnervengebieten des Rückenmarks. Man könnte aber mit Recht einwerfen, dass der Flächeninhalt der weissen Substanz in der Brustanschwellung nur darum grösser sei als derjenige der weissen Substanz im obersten Cervicaltheil des Rückenmarks, weil die centralen Nervenbahnen in der Brustanschwellung einen verhältnissmässig sehr bedeutenden Theil des Flächeninhalts der weissen Substanz der Brustanschwellung bilden, dass also aus dem grösseren Flächeninhalte nicht das Vorhandensein einer grösseren Anzahl von Längsfasern in der Brustanschwellung gefolgert werden könne.

Wenn wir ferner, durch directe Zählung der in einem feinen Querabschnitt aus der Brustanschwellung des Rückenmarks enthaltenen Querdurchschnitts-Flächen von Längsfasern, gefunden hätten, dass die Zahl dieser Längsfasern bei weitem grösser sei, als die Anzahl derjenigen (Querdurchschnitts-Flächen von) Längsfasern, welche man in einem feinen Querabschnitt aus den obersten Cervicalgebieten des Rückenmarks durch directe Zählung ermittelt, so wird man eben so wenig hieraus mit Sicherheit die Folgerung ziehen können, dass die in der Brustanschwellung enthaltenen Längsfasern unmöglich die unmittelbaren Fortsetzungen der im obersten Halsnervengebiete befindlichen Längsfasern sein könnten, weil die Zahl jener grösser ist, als dieser. Man könnte nämlich mit vollem Rechte einer solchen Folgerung den Einwurf entgegensetzen, dass die in der Brustanschwellung erscheinende Mehrzahl von Längsfasern nichts anderes sei, als ein Theil der aus der horizontalen Richtung in die verticale umgebogenen Querfasern tieferer oder höherer Schichten, und dass diese Mehrzahl von Längsfasern nicht durch die ganze Länge des Halstheils des Rückenmarks als Längsfasern verlaufe, mithin bei dem Vergleiche der in der Brustanschwellung und der im obersten Halstheil des Rückenmarks verlaufenden Längsfasern von der Categorie der letzteren ausgeschlossen werden müsse.

Wir müssen uns demnach von anderen Gesichtspunkten aus eine entscheidendere Aufklärung jener Frage suchen, und wir finden dieselbe in Folgendem:

1) Aus der mikroskopischen Anatomie der weissen Hinterstränge des Rückenmarks ist uns die mit unzweifelhafter Sicherheit ermittelte Thatsache bekannt, dass ein grosser Theil der die weissen Hinterstränge constituirenden Längsfasern die unmittelbare Fortsetzung der mit den hinteren Wurzeln in das Rückenmark eintretenden Primitivfasern ist[44]). Aus der Verfolgung des centralen Laufes der

[44]) Das oben erwähnte Verhalten der centralen Bahn der Portio major nervi Trigemini (s. meine Schrift über d. Pons Varolii, 1846, p. 122 u. ff.) zeigt eine völlige Uebereinstimmung mit dem Verhalten der hinteren Spinalnervenwurzeln zum

hinteren Nervenwurzeln wissen wir ferner, dass dieselben alle oder fast alle (höchstwahrscheinlich aber sämmtlich) nach kürzerem oder längerem Verlaufe aus der weissen Substanz in die graue eintreten, dass die als Längsfasern in die weissen Hinterstränge eintretenden Nervenwurzeln, nach kürzerem oder längerem Verlaufe in dieser Richtung, letztere verlassen und in die quere Richtung umbeugen, um zur grauen Substanz zu dringen, und dass endlich mindestens die grösste Mehrzahl der mit einer Nervenwurzel in das Rückenmark eintretenden Fasern sich höchstens über die Länge von sechs Nervenprovinzen des Rückenmarks in demselben aufwärts oder abwärts bewegt, die grosse Mehrzahl wahrscheinlich nur in der Länge von zwei bis drei Nervenprovinzen in den weissen Hintersträngen auf- (oder ab-) wärts verläuft, dann aber in die graue Substanz übertritt, und nicht mehr (oder wenigstens nicht mehr als ununterbrochene Fasercontinuität) in die weissen Hinterstränge zurückkehrt, sondern letztere definitiv verlässt. Wir müssen demnach annehmen, dass in jedem 6. Nervengebiet des Rückenmarks, von irgend einem bestimmten Höhepunkt seiner Länge an auf- oder abwärts gezählt, wenn nicht alle, doch die meisten Längsfasern nicht mehr die unmittelbaren Fortsetzungen derer sind, welche sechs Nervengebiete höher oder tiefer die weisse Substanz constituiren; dass also die weisse Substanz der Hinterstränge zu einem guten Theile gebildet wird durch Längsfasern, welche nicht in der ganzen Länge derselben, vom Conus medullaris an bis zur Medulla oblongata, in ununterbrochener Continuität verlaufen, sondern dass von Strecke zu Strecke ein guter Theil dieser Längsfasern die weissen Hinterstränge verlässt, während eine neue Abtheilung hineintritt, dass also im Rückenmark in jeder Höhe ein Wechsel der Längs- (wie der Quer-) Fasern vorhanden ist.

Diese Verhältnisse, welche bei der Untersuchung über den centralen Verlauf und über den Ursprung der Nervenwurzeln erörtert worden sind, zeigen an und für sich schon deutlich darauf hin, dass die in den weissen Hintersträngen sämmtlicher Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern unmöglich die unmittelbaren Fortsetzungen der in den weissen Hintersträngen des obersten Cervicaltheils des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern sein können. Wollte man dieses dennoch annehmen, alsdann müsste man nothwendig auch zugeben, dass die Zahl der in den obersten Cervicalgebieten des Rückenmarks vorhandenen Längsfasern mindestens der Anzahl der in den hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks enthaltenen Primitivnervenfasern, welche als Längsfasern in das Rückenmark eintreten, gleich sei. Nehmen wir an, dass die Hälfte aller in die weissen Hinterstränge eintretenden Nervenwurzeln sofort nach ihrem Eintritt in das Rückenmark in horizontaler Richtung gegen die graue Substanz hin verlaufe, also an der Bildung von Längsfasern der weissen Hinterstränge gar keinen Antheil nehme, und dass die andere Hälfte der hinteren Nervenwurzelfasern in mehr longitudinaler Richtung verlaufe, und die Bildung der Längsfasern weisser Hinterstränge wenigstens zum Theil bedingen helfe, — eine Annahme, die zwar willkürlich ist, in welcher aber gewiss die Zahl der Querfasern eher zu gross als zu klein angenommen worden ist; erwägen wir ferner die Resultate, welche aus der directen Zählung der in den weissen Hintersträngen des obersten Cervicalgebiets des Rückenmarks (resp. der weissen Substanz daselbst) enthaltenen Längsfasern sich ergeben, woraus hervorging, dass die Anzahl derselben so klein ist, im Vergleich mit der Anzahl der in den hinteren Nervenwurzeln enthaltenen Fasern, dass die Annahme: in den weissen Hintersträngen des obersten Halsnervengebiets des Rückenmarks sei die Hälfte sämmtlicher Primitivfasern der hinteren Nervenwurzeln vereinigt, bereits für die Wissenschaft zu einer Unmöglichkeit geworden ist, — so ergiebt sich zur Genüge das Unhaltbare der oben angedeuteten Voraussetzung.

Rückenmark, resp. mit deren centralen Bahn innerhalb der weissen Substanz, etc. Die Portio major entspringt zum Theil aus dem Ganglion Gasseri (dem Analogon der Spinalganglien), steht, bald nach ihrem Eintritt in den Pons, mit dem „grossen Trigeminus-Kern" in Verbindung (dem Analogon der in weisser, gelatinöser und grauer Substanz des Rückenmarks befindlichen Nervenkörper, resp. den Dorsal-Kernen etc.), und bildet in gewisser Strecke Längsfasern der weissen Hinterstränge (analog den übrigen hinteren Spinalnervenwurzeln).

Eine specielle Berechnung der Hälfte aller in den hinteren Nervenwurzeln enthaltenen Fasern, und der in den weissen Hintersträngen des 1. Cervicalgebiets des Menschen-Rückenmarks enthaltenen, ist aus den oben mitgetheilten Thatsachen leicht zu bewerkstelligen, wie aus dem Folgenden hervorgeht:

Die hinteren Nervenwurzeln enthalten (s. o. p. 602) auf 1□''' Fläche 23088 Primitivnervenfasern;

Die sämmtlichen hinteren Nervenwurzeln (einer Frau) enthalten (auf einer Fläche von 21,□'''8) 503318 „

Davon die Hälfte 251659 „

Die weissen Hinterstränge enthalten auf 1□''' Fläche 35880 „

Nehmen wir den Flächeninhalt der weissen Hinterstränge in dem 1. Halsnervengebiet, nach dem Ergebniss der aus den Planimeterbestimmungen am Menschen-Rückenmark gemachten Berechnungen[45]), = 3,□'''82, so würde die Zahl sämmtlicher in den weissen Hintersträngen des obersten Halsnervengebiets enthaltenen Längsfasern sein 137061 Primitivfasern.

Nun wissen wir aber, dass in der Querdurchschnitts-Fläche der weissen Hinterstränge in den obersten Schichten des 1. Halsnervengebiets des Rückenmarks nicht ausschliesslich Längsfasern enthalten sind, sondern viele andere Elemente, die davon ausgeschlossen werden müssen (s. o. p. 604, ff.). Demnach können also kaum halb so viel Primitivfasern in den obersten Schichten der weissen Hinterstränge befindlich sein, als in der Hälfte der hinteren Nervenwurzeln.

Was von dem menschlichen Rückenmark gilt, muss eben so auch von dem des Kalbes angenommen werden.

Die hinteren Nervenwurzeln eines Kalbes enthalten (s. o. p. 602) auf 1□''' 23088 Primitivfasern;

Die sämmtlichen hinteren Nervenwurzeln enthalten, auf 30,□'''90, . . . 713419 „

Davon die Hälfte . 356709 „

Die weissen Hinterstränge enthalten (s. o. p. 602) auf 1□''' 35880 „

Der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge in den obersten Schichten des Kalbs-Rückenmarks beträgt aber, laut planimetrischer Messung und Berechnung[46]), höchstens 2,□'''86; demnach wären darin enthalten . 102616 Primitivfasern.

[45]) **Uebersicht des Flächeninhalts der einzelnen weissen Stränge des Menschen-Rückenmarks in den höchsten Schichten des Cervicaltheils desselben.**

(Von einer 26-jährigen Frau.)

Bezeichnung der Localität des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der Wurzeln des Nervus	Flächeninhalt der weissen Stränge						Hinweis auf die Abbildungen
	Ablesung vom Planimeter			Berechnung			
	Hinterstränge	Seitenstränge	Vorderstränge	Hinterstr.	Seitenstr.	Vorderstr.	
Cervicalis I.	1858,0 hs. □R.	2314,0 hs. □R.	1080,0 hs. □R.	3,□'''82	4,□'''76	2,□'''22	Taf. XXII. Fig. 1
„ II.	1750,0 „	2792,4 „	1250,0 „	3,□'''60	5,□'''74	2,□'''56	„ - „ 2

[46]) **Uebersicht des Flächeninhalts der einzelnen weissen Stränge des Kalbs-Rückenmarks in den höchsten Schichten des Cervicaltheils desselben.**

(Von einem drei Wochen alten Kalbe.)

Bezeichnung der Localität des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der Wurzeln des Nervus	Flächeninhalt der weissen Stränge						Hinweis auf die Abbildungen
	Ablesung vom Planimeter			Berechnung			
	Hinterstränge	Seitenstränge	Vorderstränge	Hinterstr.	Seitenstr.	Vorderstr.	
Cervicalis I	1328,8 hs. □R.	2705,0 hs. □R.	2073,0 hs. □R.	2,□'''74	5,□'''56	4,□'''26	Taf. XXII. Fig. 3
„ II.	1387,0 „	3007,0 „	2052,0 „	2,□'''86	6,□'''18	4,□'''22	„ - „ 4

Folglich kann in den weissen Hintersträngen des obersten Cervicaltheils nicht der dritte Theil der Fasern befindlich sein, welche in der Hälfte der hinteren Nervenwurzeln enthalten sind.

Hiernach ist die Frage: ob die in den weissen Hintersträngen der verschiedenen Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern die unmittelbaren Fortsetzungen derer in den entsprechenden Strängen der obersten Schichten des Cervicaltheils des Rückenmarks sind — verneinend beantwortet.

Mit dieser verneinenden Antwort stimmen auch andere Thatsachen überein, welche sonst unerklärlich wären; vor Allem der in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks bald kleiner bald grösser werdende Flächeninhalt der weissen Hinterstränge, der absolut höchste Flächeninhalt derselben in der Brustanschwellung, der geringere im Halstheil oberhalb der Brustanschwellung; während doch — wäre die betreffende Frage zu bejahen — der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge in den obersten Cervicalgebieten des Rückenmarks absolut am grössten sein, und von oben nach unten im Rückenmark abwärts in stetiger Progression sich verkleinern müsste.

2) Wenden wir uns zur Betrachtung der in den Seitensträngen der verschiedenen Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern, so wird die Frage, ob dieselben als die unmittelbaren Fortsetzungen der in den höchsten Schichten der 1. Halsnerven-Provinz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern der Seitenstränge anzusehen sind, in folgender Weise zu beantworten sein:

Aus der mikroskopischen Anatomie der Seitenstränge wissen wir, dass ein Theil ihrer hinteren Fascikel durch die centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, welche schräg oder der Länge nach innerhalb der Seitenstränge verlaufen, gebildet wird.

Wir wissen ferner, dass der grösste Theil der in den Seitensträngen enthaltenen Längsfasern gebildet wird von solchen Fasern, welche aus der seitlichen Gränze der grauen Substanz sowohl der Vorderhörner (zum grösseren Theile) wie der Hinterhörner (zum kleineren Theile) ausstrahlen, und aus der queren Richtung in die longitudinale umbeugen.

Es ist ferner eine unbestreitbare Thatsache, dass diejenigen Fasern der centralen hinteren Nervenbahnen, welche in die Seitenstränge eintreten, sowohl von unten aufwärts, wie anderntheils von oben abwärts, von ihrem Eintrittspunkte in das Rückenmark (resp. die Seitenstränge) an, verlaufen.

Nicht minder ist es gewiss, dass die aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintretenden Fasern sich sowohl von unten aufwärts wenden, als anderntheils von oben abwärts laufen, wenn sie aus der horizontalen in die longitudinale Richtung umbeugen.

Diese Thatsachen allein genügen schon, um die Unmöglichkeit des Ursprungs aller in den Seitensträngen der verschiedenen Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern aus den, in den obersten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets des Rückenmarks befindlichen, Längsfasern der Seitenstränge abzuleiten.

Wollte man dennoch statuiren, dass die betreffenden Längsfasern (der Seitenstränge) in allen Höhen des Rückenmarks die unmittelbaren Fortsetzungen der Fasercontinuität der betreffenden Fasern der 1. Cervicalnerven-Provinz seien, so müsste nothwendiger Weise eine stetige Steigerung des Flächeninhalts der Seitenstränge von unten aufwärts im Rückenmark Statt finden. Denn die in die Seitenstränge eintretenden Fasern der hinteren Nervenwurzeln müssten nothwendiger Weise von unten aufwärts mit jeder neuen Nervenwurzel an Zahl zunehmen. Ferner: Durch alle die aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden, und in diesen sich in die longitudinale Richtung umbeugenden Fasern müsste ganz besonders der Flächeninhalt der Seitenstränge in der Richtung von unten aufwärts in stetiger Progression wachsen, weil die Zahl dieser Fasern eine bei weitem noch beträchtlichere ist, als die Zahl der von den hinteren Nervenwurzeln aus in die Seitenstränge eintretenden Fasern. Diese stetige Zunahme des Flächeninhalts der Seitenstränge in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks, in der Richtung von unten aufwärts, findet aber nicht Statt, vielmehr sehen wir (s. o. p. 159, 160), dass solcher in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks ab- und zunimmt, vor Allem aber im oberen

Halstheile auffallend geringer ist als in der Mitte der Brustanschwellung. Hieraus, wie aus den oben angemerkten Thatsachen — dass die aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintretenden Querfasern nicht sämmtlich nach oben, sondern in sehr grosser Anzahl auch nach unten umbeugen — ergiebt sich die Unmöglickeit der Annahme, dass die Längsfasern der Seitenstränge aller Höhen des Rückenmarks in ununterbrochener Continuität mit den in den Seitensträngen des 1. Cervicalgebiets des Rückenmarks befindlichen Längsfasern stehen.

Wollte man weiterhin annehmen, dass von den als Längsfasern in die Seitenstränge eintretenden Elementen der hinteren Spinalnervenwurzeln etwa nur der sechste Theil derselben enthalten sei, also praeter propter die Zahl von 42000 Primitivfasern, und dass diese sämmtlich bis in die obersten Rückenmarks-Schichten emporsteigen; berechnet man die in den Seitensträngen des 1. Cervicalgebiets enthaltene Anzahl von Längsfasern nach den Ergebnissen der Planimetrie, also auf 170388 Primitiv-Nervenfasern (s. o. p. 633, Note 45), so würde jene Anzahl von Fasern der hinteren Nervenwurzeln allein schon genügen, um den vierten Theil des Flächeninhalts der Seitenstränge in den obersten Schichten der 1. Halsnervenprovinz zu bilden. Bedenkt man aber, wie gering die Zahl der in die Seitenstränge eintretenden Nervenfasern (hinterer Spinalnervenwurzeln) ist, im Vergleich zu der Anzahl der aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintretenden Fasern, so wird man zugeben, dass, wären letztere Fasern sämmtlich als Längsfasern zu betrachten, die bis in das oberste Cervicalgebiet in ununterbrochener Continuität in den Seitensträngen emporsteigen, letztere einen unvergleichlich grösseren Flächeninhalt besitzen müssten, um alle diese zahllosen Fasern aufzunehmen, als sie wirklich besitzen[47]), mit anderen Worten: dass, bei dem relativ beschränkten Flächeninhalt der Seitenstränge in den obersten Cervicalgebieten, der Raum bei weitem nicht aureichen würde, um alle die aus der grauen Substanz sämmtlicher Höhen des Rückenmarks aufsteigenden Längsfasern aufzunehmen; vorausgesetzt, dass $^1/_4$ des Flächenraums durch die hinteren Nervenwurzeln, ein anderes Viertel durch Querfasern, Blutgefässe und Pia-mater-Fortsätze eingenommen würde.

Dagegen erscheint ein auffallender Einklang der verschiedenen Thatsachen, wenn man annimmt, dass die in den Seitensträngen der verschiedenen Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern nicht sämmtlich die unmittelbaren Fortsetzungen derer in den Seitensträngen der obersten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets des Rückenmarks sind, sondern höchstens nur zu einem kleinen Theile, indem man, ebenso wie bei den weissen Hintersträngen, auch für die Seitenstränge statuirt, dass in den verschiedenen Höhen derselben ein Wechsel der Längsfasern (wie der Querfasern) eintritt, der sich, wenn nicht auf alle oder die meisten, so doch auf eine grosse Anzahl derselben erstreckt. Durch diese, von den Thatsachen der mikroskopischen Anatomie gestützte, Annahme verliert der Umstand sein Auffallendes, dass der Flächeninhalt der Seitenstränge in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks wechselt, und im oberen Cervicaltheil geringer ist als in der Brustanschwellung. Mit dieser Annahme ist ferner die Thatsache, dass die Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln in den Seitensträngen (innerhalb dieser) nicht sämmtlich nach dem Gehirn emporsteigen, sich also nicht sämmtlich in den obersten Cervicalschichten des Rückenmarks vereinigt wiederfinden, eine ganz im Einklang stehende; nicht minder auch die anderweite Thatsache, dass die aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintretenden, und darin in die longitudinale Richtung umbeugenden, Fasern nicht sämmtlich gegen das Gehirn (also nach oben), sondern zu einem grossen Theile nach entgegengesetzter Richtung (also gegen das Filum terminale hin nach unten) umbeugen, vollkommen vereinbar[48]).

[47]) Da uns genauere Thatsachen über die Zahl der in die Seitenstränge eintretenden hinteren Nervenwurzeln, wie über die höchst bedeutende Zahl der aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden Längsfasern fehlen, so versteht es sich von selbst, dass die eben mitgetheilten Angaben nur approximative, nicht exacte, sind.

[48]) Hiermit stimmt auch ferner die Thatsache überein, welche über allen Zweifel besteht, die Thatsache nämlich, dass im unteren Ende des Conus medullaris, unterhalb des Ursprungs der sämmtlichen Wurzeln des Nervus coccygeus, noch

Demnach müssen wir also auch von den Seitensträngen in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks behaupten, dass die darin enthaltenen Längsfasern im Allgemeinen nicht die unmittelbaren Fortsetzungen (der Continuität) der in den Seitensträngen der obersten Schichten der 1. Cervicalnervenprovinz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern seien.

3) Gehen wir zur Betrachtung der in den weissen Vordersträngen in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern über, und fragen wir, ob die darin enthaltenen genannten Fasern überall als die unmittelbaren Fortsetzungen der in den weissen Vordersträngen der obersten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern anzusehen seien, so müssen wir auch diese Frage verneinend beantworten, und zwar aus folgenden Gründen:

Aus der mikroskopischen Anatomie der weissen Vorderstränge wissen wir, dass die darin befindlichen Längsfasern zu einem kleineren Theile gebildet werden von den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln, die nicht auf geradem und kürzestem Wege in die grauen Vorderhörner verlaufen, sondern mehr schräg, mehr oder weniger der Länge nach verlaufen.

Wir wissen ferner, dass der bei weitem grösste Theil der Längsfasern weisser Vorderstränge aus solchen Fasern entsteht, welche von der inneren, vorderen und seitlichen Gränze der grauen Vorderhörner gegen die (innere und) vordere Oberfläche des Rückenmarks hinstrahlen, und nach dem Austritt aus dem grauen Vorderhorn aus der horizontalen Richtung in die longitudinale Richtung umbeugen.

Wenn nun sowohl die sämmtlichen Fasern, welche von den vorderen Nervenwurzeln aus innerhalb der weissen Vorderstränge in longitudinaler Richtung verlaufen, so wie die sämmtlichen Fasern, welche aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge übertreten und Längsfasern derselben bilden, alle ohne Ausnahme im Rückenmark emporstiegen gegen die obersten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets hin, und hier sich alle vereinigt fänden, alsdann müsste der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge nothwendiger Weise im Rückenmark von unten aufwärts in stetiger Progression immer zunehmen. Wie wir früher (s. o. p. 171) gesehen haben, ist dieses aber nicht der Fall; vielmehr wechselt der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge in den verschiedenen Rückenmarks-Höhen sehr auffallend, und in dem oberen Halstheil ist derselbe bedeutend geringer als im unteren, resp. in der Brustanschwellung.

Diese Thatsache allein genügt eigentlich schon zu dem Beweise, dass die in den höchsten Schichten der 1. Halsnervenprovinz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern nicht als die unmittelbaren Fortsetzungen (resp. Ursprungsorte) aller in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks vorhandenen Längsfasern der weissen Vorderstränge betrachtet werden können.

Dieser Beweis würde allerdings genauer in directer Weise geliefert werden können, wenn man die Zahl der aus den vorderen Nervenwurzeln als Längsfasern in die weissen Vorderstränge übertretenden Primitivfasern mit der Zahl der in den Schichten des obersten Cervicalnerven-Gebiets des Rückenmarks enthaltenen Primitivfasern der weissen Vorderstränge vergleichen könnte, und wenn man ferner die Anzahl der aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge übertretenden Längsfasern genau bestimmen und mit jenen vergleichen könnte. Da aber die betreffenden Thatsachen eine solche Ermittelung und Vergleichung nicht bis jetzt gestatten, so bleibt uns für die weissen Vorderstränge nur der indirecte Beweis durch Probabilität übrig.

Sehen wir von den vorderen Nervenwurzeln ganz ab, und vergleichen wir die grosse Anzahl der aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge übertretenden Fasern, welche sich aus der queren in die longitudinale Richtung umbeugen, und lassen wir einmal die Annahme zu, dass alle diese Fasern bis zu den obersten Schichten des Rückenmarks in ununterbrochener Continuität aufwärts

in einer guten Strecke weisse Rückenmarkssubstanz vorhanden ist, wie ich das an späterer Stelle dieser Schrift genauer nachweisen werde.

steigen, so müsste sich in den höchsten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets des Rückenmarks innerhalb der weissen Vorderstränge eine so grosse Anzahl von Längsfasern vorfinden, dass der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge des genannten Gebiets ein unverhältnissmässig grosser sein, dass er als der grösste des ganzen Rückenmarks erscheinen müsste.

Wir finden aber, dass der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge in genanntem Gebiete nicht allein nicht der grösste unter den verschiedenen Höhen des Rückenmarks ist, sondern dass er selbst viel kleiner ist, als in verschiedenen tieferen Rückenmarks-Gebieten, dass er (s. o. p. 171, 172) in dem oberen Cervicaltheil fast nur halb so gross, resp. um mehr als $1/3$ kleiner ist als in der Mitte der Brustanschwellung. Demnach scheint schon in dieser Thatsache ein genügender Beweis enthalten zu sein für die Behauptung, dass unmöglich die Längsfasern der weissen Vorderstränge innerhalb der obersten Schichten des 1. Cervicalnerven-Gebiets des Rückenmarks als Sammelplatz, resp. Ursprungsort sämmtlicher in den übrigen Höhen des Rückenmarks in den weissen Vordersträngen enthaltenen Längsfasern betrachtet werden können.

Mit dieser Behauptung steht auch die anatomische Thatsache in Einklang, dass die aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge eintretenden Fasern nicht sämmtlich sich nach oben wenden, sondern auch nach unten in die longitudinale Richtung umbeugen, eine Thatsache, welche mit der Annahme, dass alle Längsfasern weisser Vorderstränge zu dem 1. Halsnervengebiet des Rückenmarks aufwärts steigen, ganz unvereinbar sein würde.

Aus dem Vorstehenden dürfte demnach der Beweis hervorgehen, dass die in den obersten Schichten des 1. Halsnerven-Gebiets des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern sämmtlicher weisser Stränge nicht betrachtet werden können als die unmittelbaren Fortsetzungen aller in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks überhaupt auftretenden Längsfasern. Die oben (p. 636) gestellte Frage muss also verneinend beantwortet werden.

Wir müssen daher, zur genaueren Ermittelung des Ursprungs der weissen Substanz, jetzt die weitere, oben bereits formulirte, Frage erörtern:

Wenn die weisse Substanz in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks nicht als die unmittelbare Fortsetzung der in den obersten Schichten des 1. Cervicalnerven-Gebiets des Rückenmarks enthaltenen weissen Substanz betrachtet werden kann, wo entspringt alsdann die weisse Substanz des Rückenmarks, welche nicht aus der genannten der höchsten Cervicalgebiete des Rückenmarks abgeleitet werden kann? Entspringt sie im Rückenmark? entspringt sie ausserhalb? und — in einem oder dem anderen Falle — welches sind die Ursprungsorte derselben?

Betrachten wir wiederm die weissen Hinterstränge zuerst als diejenigen, für welche die anatomischen Thatsachen am bestimmtesten reden, so finden wir Folgendes:

Die weissen Hinterstränge werden in sämmtlichen Höhen des Rückenmarks zu einem guten Theile gebildet von den Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln, welche der Länge oder der Quere nach verlaufen. Dass diese in den hinteren Nervenwurzeln enthaltenen Primitivfasern aber nicht im Rückenmark selbst entspringen, wenigstens zum grössten Theile nicht im Rückenmark selbst entspringen können, das ist oben, p. 606, bereits ausführlich gezeigt worden. Ich habe oben die Hypothese als höchstwahrscheinlich hingestellt, dass die hinteren Nervenwurzelfasern zum grössten Theil, wenn nicht alle, aus den Nervenzellen der Spinalganglien entspringen. Hieraus folgt also, wenn die Hypothese Wahrheit ist, der Schluss: dass ein grosser Theil der in den weissen Hintersträngen enthaltenen Fasern (Quer- wie Längsfasern) einen peripherischen Ursprung habe.

Aus den früheren Untersuchungen wissen wir, dass aus den grauen Hinterhörnern eine gewisse Anzahl von Fasern, ohne mit der Substantia gelatinosa in Berührung zu kommen, in die weissen Hinterstränge eintreten, in diesen aus der queren Richtung in die longitudinale umbeugen, und in unbekannter Strecke als Längsfasern der weissen Hinterstränge verlaufen (s. o. p. 220). Diese Fasern stehen mit

den in den grauen Hinterhörnern verlaufenden centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln nicht in erkennbarer unmittelbarer Continuität, und es liegt daher keine anatomische Thatsache vor, welche gestattete, diese genannten Fasern, welche aus den grauen Hinterhörnern in die weissen Hinterstränge eintreten (ohne durch die gelatinöse Substanz hindurchzugehen), als unmittelbare Fortsetzungen centraler Bahnen hinterer Nervenwurzeln anzusehen. Für diese Fasern ist daher die Möglichkeit nicht vorhanden, dieselben aus den Ganglien der Spinalnerven abzuleiten, resp. einen peripherischen Ursprung derselben zu statuiren. Vielmehr folgt aus dem Gesagten, dass die erwähnten Fasern, also ein guter Theil der in den weissen Hintersträngen enthaltenen Längsfasern, einen centralen Ursprung habe; also entweder im Rückenmark entspringe und zum Gehirn emporsteige, oder umgekehrt im Gehirn entspringe und, im Rückenmark abwärts verlaufend, in letzterem an verschiedenen Punkten endige.

Ich unterscheide demnach in den weissen Hintersträngen, in Bezug auf ihren Ursprung, zweierlei Arten von Längs- wie von Querfasern:

a. Solche, welche einen peripherischen Ursprung in den Ganglien der Spinalnervenwurzeln haben, und welche höchstens in der Länge von sechs Nervengebieten oder Nervenprovinzen des Rückenmarks verlaufen, gewöhnlich nur über eine Länge von zwei bis drei Nervengebieten des Rückenmarks sich erstrecken, und höchstwahrscheinlich sämmtlich, nach kurzem oder längerem Verlauf in den weissen Hintersträngen, letztere verlassen und in die grauen Hinterhörner, in querer Richtung umbeugend, einstrahlen. Von diesen Fasern erstrecken sich entweder gar keine über die genannte Gränze von sechs Nervengebieten oberhalb ihrer Eintrittsstelle in das Rückenmark weiter aufwärts, oder, falls dies dennoch der Fall ist, nur éine unbedeutende Minderzahl derselben Längsfasern weiter aufwärts, resp. durch die ganze Länge des Rückenmarks, oder zum Gehirn.

b. Die zweite Art von Fasern der weissen Hinterstränge dagegen tritt aus der grauen Substanz (dem inneren imaginären Rande der grauen Hinterhörner) in die weissen Hinterstränge anfangs in querer oder schräger Richtung ein, beugt alsbald an verschiedenen Punkten der weissen Hinterstränge aus der queren in die longitudinale Richtung um, verläuft dann ausschliesslich innerhalb der weissen Hinterstränge in mehr oder weniger gerader Richtung, der Axe des Rückenmarks mehr oder weniger parallel, von unten aufwärts, erstreckt sich höchstwahrscheinlich von der Eintrittsstelle in die weissen Hinterstränge (resp. von der Austrittsstelle aus dem grauen Hinterhorn) an aufwärts durch die ganze Länge des Rückenmarks in ununterbrochener Continuität, und geht endlich in die Medulla oblongata, resp. in das Gehirn über. Diese Fasern entspringen also im Rückenmark und enden im Gehirn, oder umgekehrt: sie entspringen im Gehirn und enden im Rückenmark an verschiedenen Punkten der grauen Substanz, resp. der Hinterhörner.

Für die Fasern der sub a. bezeichneten Gattung, für ihren Ursprung und Verlauf, sprechen ganz entschiedene anatomische Thatsachen, die im Obigen ausführlich genug erörtert worden sind.

Für den Ursprung und Verlauf (resp. für die Existenz) der sub b. bezeichneten Fasergattung sprechen die anatomischen Thatsachen bis jetzt in weniger sicherer Weise. Man könnte auch alle diese, von mir als aus den grauen Hinterhörnern austretend betrachteten, Fasern als Theile eintretender centraler hinterer Nervenbahnen bezeichnen, und diesem Einwurf lässt sich bis jetzt allerdings keine schlagende anatomische Thatsache entgegensetzen. Nur der Umstand, dass mit den von mir formulirten Hypothesen sich, wie sich bald zeigen wird, alle die im Rückenmark sich darbietenden anatomischen Verhältnisse gut erklären lassen, während alle andern bis jetzt über den Faserlauf im Rückenmark aufgestellten Hypothesen in mehr oder weniger grossen Widersprüchen mit den Flächeninhalts-Verhältnissen (von allem Uebrigen abgesehen) des Rückenmarks stehen, giebt meiner Annahme eine Probabilität, welche, mit Rücksicht auf verschiedene anderweite histologische Thatsachen, zur Sicherheit sich erhebt.

Wir finden in allen Höhen des Rückenmarks Längsfasern, welche auf weite Strecken in ununterbrochener Continuität unter dem Mikroskop verfolgt werden können. Diese Fasern finden sich

vorzugsweise in den oberflächlichsten Schichten der verschiedenen imaginären und wirklichen Flächen der Hinterstränge, insbesondere an der hinteren freien Oberfläche, an der inneren seitlichen Fläche, welche die Fissura posterior begränzt, und an der vorderen Fläche zunächst hinter der Commissura posterior. Diese Längsfasern findet man niemals (oder gewöhnlich nicht) in unmittelbarem Zusammenhange mit den Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, weder auf Quer- noch auf Längsabschnitten; und wenn aus dieser negativen anatomischen Thatsache auch nicht geschlossen werden kann, dass ein Zusammenhang der Nervenwurzeln mit diesen Längsfasern überhaupt nicht Statt finde, so ist doch wenigstens in diesem Umstande, meines Erachtens, ein Beweis dafür vorhanden, dass die von mir geläugnete Verbindung, wenn sie überhaupt Statt findet, jedenfalls nur eine nicht sehr häufige, jedenfalls nicht als nach allgemeiner Regel bestehende sei.

Diese aus den grauen Hinterhörnern entspringenden Fasern verlaufen also, wie ich glaube, von deren Eintrittsstelle in die weissen Hinterstränge an, in dem Rückenmark der Länge nach in ununterbrochener Continuität, durch alle höher gelegenen Provinzen dieses Organs, bis zum Gehirn aufwärts. Mit einem solchen Verlauf ist die Thatsache im Einklang, dass wir an den genannten Stellen des Rückenmarks (der Axe des Rückenmarks wie untereinander parallel laufende) Fasern auf die weitesten Strecken hin, so weit wir solche mit unseren Hülfsmitteln immerhin direct beobachten können, in ununterbrochener Continuität verlaufend finden.

Mit diesem Verlaufe stimmt ausserdem aber auch die Thatsache überein, dass — mit Ausnahme der beiden Anschwellungen — die Zahl der Längsfasern in den weissen Hintersträngen im Allgemeinen von unten aufwärts im Rückenmark zunimmt, resp. dass der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge von unten aufwärts — mit Ausnahme der beiden Anschwellungen — stetig zunimmt. Wenn nämlich die zu dieser Gattung gehörigen Fasern ununterbrochen von unten aufwärts durch die ganze Länge des Rückenmarks, je oberhalb ihrer Eintrittsstelle in die weissen Hinterstränge, verlaufen, so folgt daraus, dass durch diese Fasern der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge von unten aufwärts in stetiger Progression zunehmen muss.

Wir haben nun aber gesehen (s. o. p. 140, ff.), dass der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge zwar nicht stetig zunimmt, sondern zwei Mal im Rückenmark über der Lumbal- und Cervicalanschwellung von der stetigen Zunahme eine auffallende Abweichung zeigt; wir wissen aber auch, dass diese Abweichung erzeugt wird durch locale Vergrösserung des Flächeninhalts der hinteren centralen Nervenbahnen, welche hier sowohl neu von aussen hinzutretende Längs- wie Querfasern bilden. Bringt man diese gleichsam accessorischen Elemente in Abzug, so findet sich allerdings eine stetige Zunahme in dem Flächeninhalt (resp. in der Zahl der Längsfasern) der weissen Hinterstränge des Rückenmarks in der Richtung von unten aufwärts, eine Zunahme, welche sich nur dadurch erklären lässt, dass eine bestimmte Gattung von Längsfasern der weissen Hinterstränge im Rückenmark, in der Richtung von unten aufwärts, in stetig zunehmender Zahl aus den grauen Hintersträngen in die weissen Hinterstränge eintritt und zum Gehirn aufwärts verläuft, oder vice versa.

Nehmen wir nun an, dass die Nervenzellen der grauen Hinterhörner (vielleicht auch die isolirten Nervenzellen der weissen Hinterstränge, und die grossen Nervenzellen der Substantia gelatinosa, so wie vorzugsweise wohl die in den Sacral-, Dorsal- und Cervical-Kernen enthaltenen Nervenzellen) als Ursprungsorte für die in die weissen Hinterstränge (aus den grauen Hinterhörnern) eintretenden Längsfasern zu betrachten sind (eine Annahme, deren Probabilität im folgenden Buch über die Elemente des Rückenmarks erhellen wird), während diejenigen Theile der weissen Hinterstränge, welche wir als die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln (als centrale hintere Nervenbahnen) betrachten müssen, in den Ganglien der Spinalnerven entspringen, so haben wir auf die oben gestellte Frage über den Ursprung der weissen Hinterstränge die Antwort in folgender Weise zu formuliren:

Die weissen Hinterstränge des Rückenmarks haben einen zwiefachen Ursprung, einen centralen

und einen peripherischen. Einen centralen Ursprung haben diejenigen Fasern der weissen Hinterstränge, welche von einer Nervenzelle der grauen Hinterhörner an durch die ganze höher gelegene Strecke des Rückenmarks aufwärts zum Gehirn verlaufen. Einen peripherischen Ursprung haben diejenigen Fasern der weissen Hinterstränge, welche als centrale hintere Nervenbahnen zu betrachten sind, und die sich höchstens über sechs Nervengebiete des Rückenmarks aufwärts erstrecken, welche aber ebensowohl auf- wie abwärts im Rückenmark als Längs-, Quer- oder Schrägfasern verlaufen.

Wenden wir uns zur Betrachtung der Seitenstränge, so ergeben die anatomischen Thatsachen, dass sie eben so, wie ich eben von den weissen Hintersträngen erörtert habe, einen zweifachen Ursprung besitzen. Aus den früheren Mittheilungen (s. o. p. 282, ff.) ist bekannt, dass ein Theil der hinteren Spinalnervenwurzeln innerhalb des hinteren Theils der Seitenstränge verläuft, bevor er zu den grauen Hinterhörnern eindringt. Dass die in die genannten Theile der Seitenstränge eintretenden centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln sowohl Längs- wie Querfasern der genannten Stränge bilden, unterliegt keinem Zweifel. Ein jeder guter Querabschnitt oder passender Längsabschnitt aus dem Rückenmark kann den genügenden Beweis dieser Behauptung liefern. Wie weit aufwärts und abwärts in den Seitensträngen diese centralen Nervenbahnen verlaufen, ist zwar mit mathematischer Sicherheit nicht, resp. nicht durch directe anatomische Demonstration unter dem Mikroskop, festzustellen. Aus allen früheren Mittheilungen über den Faserlauf der centralen Nervenbahnen im Rückenmark ist aber genügend hervorgegangen, dass dieselben auch in den Seitensträngen (wie im Rückenmark überhaupt) über zwei bis drei Nervengebiete, höchstens über sechs solcher Provinzen des Rückenmarks, sich erstrecken; und dass, wenn überhaupt Fasern derselben weiter, als in der bezeichneten Strecke, in ungetrennter Continuität im Rückenmark aufwärts verlaufen sollten, diese nur in einer so unbedeutenden Zahl vorhanden sein können, dass es unmöglich ist, sie in Rechnung zu bringen, resp. dass sie auf die Flächeninhalts-Verhältnisse der Seitenstränge (wie der weissen Rückenmarks-Substanz überhaupt) gar keinen bemerklichen Einfluss üben.

Zwar ist es füglich nicht möglich, genau zu bestimmen, einen wie grossen Theil des Flächeninhalts der Seitenstränge die in ihnen verlaufenden centralen hinteren Nervenbahnen bilden; darauf kommt es aber auch nicht in vorliegendem Falle genauer an. Die sichere Thatsache, dass gewisse Theile der hinteren Nervenwurzeln in die Seitenstränge eintreten, und Antheil nehmen an der Bildung der sie constituirenden Längs- und Querfasern, das genügt (mit Rücksicht auf den bezeichneten Ursprung der hinteren Nervenwurzeln überhaupt), um die Behauptung als begründet anzusehen, dass ein wenn auch nur kleiner Theil der Seitenstränge einen peripherischen Ursprung, nämlich in den Ganglien der Spinalnerven, habe.

Der bei weitem grössere Theil der in den Seitensträngen enthaltenen Fasern besitzt aber einen anderen Ursprung. Wir haben aus den früheren Mittheilungen ersehen (s. o. p. 241), dass aus dem äusseren oder seitlichen Rande der grauen Vorder- (und Hinter-) Hörner eine zahllose Menge von Fasern, in querer oder fast querer Richtung, in die weissen Seitenstränge einstrahlt, in diesen eine kürzere oder längere Strecke quer verläuft, dann aber, an den verschiedensten Punkten, mehr oder weniger nahe an der äusseren Oberfläche des Rückenmarks, mehr oder weniger von der Austrittsstelle aus der grauen Substanz entfernt, in die longitudinale Richtung umbeugt, und entweder nach oben gegen das Gehirn hin, oder in entgegengesetzter Richtung abwärts im Rückenmark verläuft. Dass die Seitenstränge vorzugsweise von diesen Fasern constituirt werden, unterliegt, zufolge directer anatomischer Beobachtung, keinem Zweifel. Nimmt man an, dass diese Fasern aus den Nervenzellen der grauen Substanz (der Vorder- wie der Hinterhörner) entspringen, und dass ein Theil derselben in ununterbrochener Continuität im Rückenmark aufwärts bis zum Gehirn verläuft, eine Annahme, welche durch alle bekannten anderweiten Thatsachen gestützt wird, wie sich später genauer ergeben wird, alsdann steht der Behauptung nichts mehr entgegen, dass dieser eben genannte Theil der Seitenstränge einen centralen Ursprung habe,

nämlich in der grauen Substanz des Rückenmarks entspringe und im Gehirn ende, oder umgekehrt: im Gehirn entspringe, in das Rückenmark eintrete, und in diesem an den verschiedensten Punkten der grauen Substanz in den verschiedenen Höhen endige.

Die directe Beobachtung zeigt, wie gesagt, dass nicht alle aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden Fasern aufwärts laufen, sondern umgekehrt, auch abwärts im Rückenmark sich verfolgen lassen. Es ist aber anzunehmen, dass die Mehrzahl der genannten Fasern aufwärts laufe. Die Untersuchungen über die Flächeninhalts - Verhältnisse der Seitenstränge haben uns nämlich gezeigt (s. o. p. 158), dass der Flächeninhalt derselben von unten aufwärts, mit Ausnahme der in beiden Anschwellungen vorhandenen Schwankungen, in fast steter, obwohl nicht durchaus steter, Progression zunimmt. Die grössere Ziffer des Flächeninhalts der Seitenstränge in der Brustanschwellung, verglichen mit der kleineren Ziffer im oberen Halstheil, erklärt sich wiederum sowohl aus dem grösseren Flächeninhalt der centralen Nervenbahnen innerhalb der Anschwellungen, wie auch aus der grösseren Anzahl von abwärts laufenden Längsfasern der Seitenstränge, welche aus der in den Anschwellungen gleichfalls vorhandenen grösseren Zahl der vielstrahligen Nervenzellen der grauen Substanz entspringen. Vergleicht man aber den Flächeninhalt der Seitenstränge im obersten Cervicaltheil mit dem im Dorsaltheil und Sacraltheil, so ist dessen Zunahme von unten aufwärts im Rückenmark auffallender als in den übrigen weissen Strängen (s. o. p. 400, 401, Tabellen). Diese bedeutende Zunahme ist aber, da die grössere Anzahl der in den Seitensträngen vorhandenen Fasern aus Längsfasern besteht, gar nicht anders erklärlich, als mit der Annahme, dass die Anzahl der Längsfasern in den Seitensträngen von unten aufwärts im Rückenmark zunimmt.

Aus dem Gesagten geht wohl genügend die grosse Wahrscheinlichkeit, wenn nicht die völlige Sicherheit hervor, dass die in den Seitensträngen enthaltenen Fasern zum kleinen Theil einen peripherischen Ursprung (in den Spinalganglien), zum grossen Theil einen centralen (aus den Nervenzellen der grauen Substanz) haben.

Gehen wir über zur Untersuchung des Ursprungs der weissen Vorderstränge, so haben die früher ermittelten anatomischen Thatsachen uns ergeben, dass ein guter Theil der in den Vordersträngen enthaltenen Längsfasern unzweifelhaft aus dem Gehirn herabkommt, und in dem Rückenmark endet, oder, vice versa, in diesem entspringt, und von unten aufwärts zu dem Gehirn verläuft, um in diesem zu endigen. Dass dieser Theil der in den weissen Vordersträngen enthaltenen Längsfasern, welche aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge einstrahlen, ohne in centrale vordere Nervenbahnen überzugehen, aus den grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner entspringt (welche gleichzeitig auch den centralen vorderen Nervenbahnen grösstentheils den Ursprung geben), resp. darin endet, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Für diesen Theil der Längsfasern der weissen Vorderstränge wäre also jedenfalls die Annahme eines centralen, resp. cerebralen Ursprungs nothwendig. Dass die aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge einstrahlenden, und nicht als centrale vordere Nervenbahnen anzusehenden, Fasern sowohl aufwärts wie abwärts innerhalb der weissen Vorderstränge verlaufen, eben so wie wir das von den betreffenden Fasern der Seitenstränge gesehen haben, ändert nichts an unserer Voraussetzung, dass die Mehrzahl der aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge tretenden Fasern sich nach aufwärts wendet. Denn, mit Ausnahme der beiden Anschwellungen des Rückenmarks, nimmt der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge im Rückenmark von unten aufwärts zu, und die Abweichung von der stetigen Zunahme der weissen Stränge in den Anschwellungen ist bereits wiederholt erklärt worden.

Wir haben aber aus früheren Mittheilungen ersehen, dass ein Theil der in den centralen vorderen Nervenbahnen enthaltenen Fasern nicht auf dem kürzesten Wege, quer durch die weissen Vorderstränge hindurch, in die graue Substanz einstrahlt, sondern in kürzerer oder längerer Strecke auch der Länge nach innerhalb der weissen Vorderstränge verläuft, also zum Theile Längsfasern weisser Vorderstränge

bildet, wenn auch nur in kurzen Strecken (s. o. p. 326). Wir wissen ferner, dass ein Theil evidenter centraler Bahnen hinterer Nervenwurzeln in die centrale Bahn vorderer Nervenwurzeln innerhalb der grauen Vorderstränge, selbst nächst den weissen Vordersträngen, übergeht, und dass die meisten dieser Ausstrahlungen hinterer Nervenbahnen auf einem Querabschnitt nicht bis unmittelbar in die vorderen (peripherischen) Nervenwurzeln hinein verfolgt werden können, also innerhalb der weissen Vorderstränge theilweise aus der einen horizontalen Ebene in eine andere mehr oder weniger benachbarte übergehen, also umbeugen, bevor sie in die äussere vordere Nervenwurzel übergehen, und gleichfalls auf kürzere oder längere Strecken innerhalb der weissen Vorderstränge Längsfasern der letzteren repräsentiren. Diese Längsfasern wären aber nicht aus dem Rückenmark und nicht aus dem Gehirn abzuleiten, sondern sie sind eben so aus den Spinalganglien entsprungen, wie die übrigen Fasern der hinteren Nervenwurzeln oder centralen hinteren Nervenbahnen. Es ist daher unumgänglich, für die genannten Längsfasern, also für einen wenn auch nur geringen Theil der Längsfasern der weissen Vorderstränge, einen peripherischen Ursprung zu statuiren, wie für die Hinter- und Seitenstränge. Mag auch die Anzahl der betreffenden Fasern der weissen Vorderstränge noch so gering sein, immerhin würde ein allgemeines Gesetz, wie solches wahrscheinlich ist, dass die sämmtlichen weissen Stränge des Rückenmarks einen zwiefachen Ursprung haben, sich auch in den Vordersträngen documentiren. Und dass die anatomische Demonstration genannter hinterer Nervenbahnen, welche mit den vorderen centralen in Continuität stehen, nur im Conus medullaris evidente Ueberzeugung bringt, und nicht in jeder beliebigen Höhe des Rückenmarks auf jedem Querabschnitt, das ändert eben so wenig an der Thatsache und an der daraus gezogenen Folgerung, dass jene Verbindung ein allgemeines Gesetz für alle Schichten des Rückenmarks sei. Denn unsere Hülfsmittel sind bis jetzt noch zu unzureichend, um das betreffende Verhältniss in anderen Rückenmarks-Höhen, wo die centralen Bahnen der Nerven weniger auffallende Fascikel bilden, nachzuweisen; und anderntheils sind die allgemein morphologischen und histologischen Verhältnisse im Rückenmark in allen seinen Höhen so übereinstimmend, dass es gestattet ist, anzunehmen: dass die im Conus medullaris so auffallend hervortretenden Verhältnisse des Zusammenhangs der centralen Nervenbahnen auch in allen übrigen Höhen des Rückenmarks vorhanden seien, nur nicht so auffallend, und weniger leicht zu demonstriren, wegen der grösseren Feinheit der betreffenden Faserbündel.

Statuiren wir also auch für die weissen Vorderstränge einen zweifachen Ursprung, einen peripherischen (aus den Spinalganglien) und einen centralen (aus den grossen Nervenzellen der Vorderhörner), so stimmen damit alle die im Flächeninhalt der weissen Vorderstränge auftretenden Veränderungen überein, wie auch die anatomischen Thatsachen, dass wir in den weissen Vordersträngen, insbesondere an deren äusserer Oberfläche und der inneren Fläche zunächst der Fissura anterior, Längsfasern in langer Continuität finden, welche mit den centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln nicht in sichtbarer Verbindung stehen, und die demnach als die nach oben verlaufenden Fasern, entsprungen aus den Nervenzellen der Vorderhörner, gedeutet werden müssen, welche von dem Orte ihres Ursprungs an, durch alle übrigen Höhen des Rückenmarks, in Continuität bis in das Gehirn verlaufen. Die Querfasern der weissen Vorderstränge, welche die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln bilden, haben aber unzweifelhaft einen doppelten Ursprung; ein Theil entspringt aus den Gruppen grosser Nervenzellen der grauen Vorderhörner (den Analogis der Spinalganglien, gleichsam Ganglien im Rückenmark selbst, und daher von mir oben als intraspinale Ganglien bezeichnet); ein anderer Theil, der mit den hinteren centralen Nervenbahnen in ununterbrochener Continuität steht, wie bereits vielfach wiederholt worden ist, entspringt evident aus den Spinalganglien. Wollte man also auch läugnen, dass Längsfasern weisser Vorderstränge einen peripherischen Ursprung hätten, wie ich oben wahrscheinlich zu machen suchte, so kann man jedenfalls nicht den peripherischen Ursprung der, einen (wenn auch geringen) Theil der weissen Vorderstränge bildenden, Querfasern in Abrede stellen.

Noch erübrigt, einige Bemerkungen über die aus der grauen Substanz in die verschiedenen

weissen Stränge übergehenden, abwärts im Rückenmarke verlaufenden, Längsfasern hinzuzufügen. Dass dieselben im Rückenmark nicht frei enden, versteht sich wohl von selbst, da wir freie Enden anzunehmen durch keine Thatsache befugt sind. Wie sich aber diese abwärts laufenden Fasern im Rückenmark weiter verhalten, kann bis jetzt mit Sicherheit nicht behauptet, jedoch mit einiger Wahrscheinlichkeit ermittelt werden. Wir wissen nur, dass alle aus der Längsrichtung in die quere Richtung innerhalb weisser Stränge sich umbeugenden Fasern entweder in vordere Nervenwurzeln übergehen, oder in die graue Substanz zurückkehren. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass alle in den verschiedenen Strängen der weissen Substanz abwärts laufenden Fasern, welche aus der grauen hergekommen sind, an tieferen Stellen des Rückenmarks wieder in die graue Substanz umbeugen, und Nervenzellen verschiedener Höhen des Rückenmarks mit einander verbinden, oder in vordere Nervenwurzeln tieferer Schichten übertreten.

Wenden wir uns zum Schlusse dieser Untersuchung, so weisen uns also die sämmtlichen ermittelten Verhältnisse darauf hin, die oben gestellte Frage über den Ursprung der weissen Substanz im Rückenmark dahin zu beantworten, dass die weisse Substanz des Rückenmarks (wie der einzelnen weissen Stränge) einen doppelten Ursprung hat, einen peripherischen und einen centralen. Der peripherische ist in den Spinalganglien, der centrale in den grossen Nervenzellen des Rückenmarks.

VIERTES CAPITEL.

Ueber den Ursprung der grauen Substanz überhaupt, so wie über den Ursprung der grauen Hinter- und Vorderhörner, der Substantia gelatinosa Rolando und der Substantia gelatinosa centralis insbesondere.

Da wir die graue Substanz sämmtlicher Höhen des Rückenmarks ein ununterbrochenes Continuum bilden sehen, und dieselbe aus den höchsten Schichten des Cervicaltheils des Rückenmarks in die Medulla oblongata, dann aus dieser, durch den ganzen Pons Varolii hindurch, sich bis in das grosse Gehirn hinein fortsetzt[49]), so kann auf den ersten Blick allerdings eine gewisse Wahrscheinlichkeit für die Ansicht entstehen, dass die graue Substanz des Rückenmarks überhaupt einen cerebralen Ursprung habe, und dass die in den sämmtlichen Höhen des Rückenmarks vorhandene graue Substanz nichts anderes sei, als die unmittelbare Fortsetzung jener. Zwar spricht gegen diese Annahme, bei oberflächlicher Betrachtung, wiederum der Umstand, dass die graue Substanz in der Brustanschwellung ihren Flächeninhalt vergrössert, verglichen mit dem der grauen Substanz des oberen Cervicaltheils, und noch mehr die anderweite Thatsache, dass in dem Conus medullaris (resp. Mitte der Lendenanschwellung) der Flächeninhalt der grauen Substanz nicht blos grösser ist als im Dorsaltheil, sondern selbst grösser als in der Mitte der Brustanschwellung. Hingegen liesse sich dieser local vergrösserte Flächeninhalt auch in der Art deuten, dass in den Anschwellungen die graue Substanz auf kleinen Raum sehr zusammengedrängt und mehr in die Breite gelagert sei, daher auch dieser grössere Flächeninhalt der Annahme eines cerebralen Ursprungs der grauen Substanz nicht widerspreche. Jedoch ist, genau betrachtet, mit einer solchen Annahme nichts erklärt, und für die Wissenschaft nichts gewonnen. Es ist daher nothwendig, tiefer in die Verhältnisse der grauen Substanz einzudringen, um genauer ihren Ursprung zu ermitteln. Dieses muss in der Art möglich sein, dass wir die constituirenden Theile und einzelnen Elemente der grauen Substanz schärfer in's Auge fassen, und den Ursprung dieser, so genau als unsere Hülfsmittel gestatten, zu ermitteln suchen, wonach sich der allgemeine Schluss über den Ursprung der grauen Substanz überhaupt nothwendig von selbst ergeben muss.

[49]) Das Genauere über das Verhalten der grauen Substanz, wie auch der Substantia gelatinosa in der Medulla oblongata und dem Pons Varolii, ist in meinen früheren Schriften über diese genannten Centraltheile des Nervensystems (1843, 1846) enthalten.

Wir sahen in der grauen Substanz (der grauen Hinter- und Vorderhörner, wie der Substantia gelatinosa) Fasern und Zellen; von ersteren: sowohl Querfasern wie Längsfasern; von letzteren: Nervenzellen grösserer und kleinerer Gattung (Bindegewebefasern und Blutgefässe können hier von diesen Betrachtungen ganz ausgeschlossen bleiben).

Untersuchen wir den Ursprung dieser einzelnen genannten Theile genauer, so finden wir Folgendes:

1) Die Längsfasern der grauen Substanz sind in allen Höhen des Rückenmarks zahlreich vorhanden; und unzweifelhaft gehen aus den obersten Schichten des 1. Cervicalnervengebiets des Rückenmarks Längsfasern der grauen Substanz in die Medulla oblongata, aus dieser auch wohl in das Gehirn über. Will man für diese letztgenannten Fasern einen cerebralen Ursprung statuiren, so wäre dagegen a priori nichts einzuwenden. Die Frage aber, welche uns hier beschäftigen muss, ist die: Ob sämmtliche, in allen verschiedenen Höhen des Rückenmarks vorkommenden, Längsfasern der grauen Substanz betrachtet werden müssen als die unmittelbaren Fortsetzungen der Continuität der in der grauen Substanz der höchsten Cervicalprovinzen des Rückenmarks erscheinenden Fasern?

Wenn diese Frage bejaht werden müsste, so wäre der cerebrale Ursprung eines Hauptbestandtheils der grauen Substanz nachgewiesen; falls sie aber verneint werden muss, alsdann ist die Frage über den cerebralen Ursprung der grauen Substanz überhaupt verneint, und wir müssen dann zu ermitteln suchen, welches der eigentliche Ursprungsort dieser Fasern ist.

Die genauere mikroskopische Untersuchung der grauen Substanz hat uns gezeigt, dass zahlreiche Längsfasern in allen Höhen des Rückenmarks in jener vorkommen; wir wissen ferner, dass diese Längsfasern, alle oder in der überwiegenden Mehrzahl, nur auf sehr kurze Strecken ihre Längsrichtung beibehalten und dann in andere Richtungen umbeugen. Selbst in der gelatinösen Substanz und vor derselben, in dem hinteren Theile der grauen Hinterhörner, in denen wir nicht selten die Längsfasern in dicken Bündeln auf lange Strecken verfolgen, ist es aber doch nicht möglich, die Längsfasern in so weiten Strecken in ungetrennter Continuität und in der nämlichen Längsrichtung zu verfolgen, wie wir das von den zahlreichen Längsfasern in der weissen Substanz können, die man in der Länge von ½–1 Zoll und weiter in ununterbrochener Continuität an passenden Längsabschnitten zu verfolgen im Stande ist. Vielmehr sehen wir, dass selbst die am meisten auffallenden Längsfaserbündel in den grauen Hinterhörnern doch nach verhältnissmässig kurzem Laufe aus der Längsrichtung in die quere umbeugen. Wir können daher aus den Thatsachen der mikroskopischen Anatomie den Satz, wenn nicht schon als sicher, doch als höchstwahrscheinlich hinstellen, dass die in der grauen Substanz der obersten Cervicalgebiete des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern nicht die Fortsetzungen (der unmittelbaren Continuität) der in allen tieferen Schichten des Rückenmarks in der grauen Substanz vorhandenen Längsfasern sind.

Nehmen wir den Umstand hinzu, dass der Flächeninhalt der grauen Substanz, wenn man die Lenden- und Brustanschwellung des Rückenmarks ausschliesst, in den verschiedenen Höhen dieses Organs nichts weniger zeigt, als eine Vergrösserung des Flächeninhalts in stetiger Progression (s. o. p. 342), wie wir das bei der weissen Substanz sahen, und erwägen wir ferner, dass der Flächeninhalt der grauen Substanz im oberen Cervicaltheil nothwendig grösser sein müsste als im Dorsaltheil, falls die Menge der darin enthaltenen Längsfasern, caeteris paribus, von unten aufwärts im Rückenmark sich vermehrte, resp. wenn in dem obersten Cervicalgebiete des Rückenmarks alle Längsfasern der grauen Substanz vereinigt enthalten wären, die im Rückenmark absteigend in letzterem an verschiedenen Punkten desselben endigten, — dass aber in Wirklichkeit der Flächeninhalt der grauen Substanz von unten aufwärts im Rückenmark nicht allein nicht zunimmt (mit Ausnahme der Brustanschwellung, s. o. p. 345), sondern abnimmt, und dass die Zahl der in den grauen Hinterhörnern enthaltenen (und auf Querabschnitten so auffallenden Querdurchschnitts-Flächen der) Längsfaserbündel ebenfalls von unten aufwärts nicht stetig zunimmt, sondern ein sehr wechselndes Verhalten zeigt, — alsdann erhebt sich der, aus den directen

anatomischen Beobachtungen gezogene, wahrscheinliche Schluss zu einer Gewissheit. Letztere wird noch mehr befestigt durch den oben (II. Buch, 4. Capitel, p. 558, pos. 9) bewiesenen Umstand, dass die Proportion des Flächeninhalts der grauen Substanz im Rückenmark in der Richtung von unten aufwärts im Allgemeinen sich verkleinert. Noch mehr aber durch die anatomische Thatsache, dass die meisten in den grauen Hinterhörnern, wie vielleicht in der grauen Substanz überhaupt, vorkommenden (breitrandigen) Längsfasern nichts anderes sind, als unmittelbare Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln. Dass letztere aber sich nur über kurze Strecken des Rückenmarks auf- oder abwärts bewegen, und nicht sämmtlich oder überhaupt nicht bis zum Gehirn aufsteigen, das ist im Vorausgehenden zur Genüge dargelegt worden.

Hiermit wäre bewiesen, dass die Annahme eines cerebralen Ursprungs der in der grauen Substanz sämmtlicher Höhen des Rückenmarks vorkommenden Längsfasern von keiner Thatsache eine Stütze erhält, dass vielmehr die oben gestellte Frage, ob die Längsfasern der grauen Substanz des Rückenmarks aus dem Gehirn entspringen, entschieden verneint werden muss.

2) Die Querfasern der grauen Substanz, welche die überwiegende Mehrzahl der in der grauen Substanz überhaupt vorkommenden (breitrandigen) Fasern bilden, sind im Vorausgehenden bereits mit so evidenter Gewissheit als centrale Bahnen der Spinalnerven zum grösseren Theile documentirt worden, dass ein jeder genauere Beweis, welcher den nicht cerebralen Ursprung dieser Fasern darzulegen bestimmt wäre, als ganz überflüssig erscheinen muss. Die eine Bemerkung möge angefügt werden, dass der Flächeninhalt der grauen Substanz in den obersten Cervicalgebieten des Rückenmarks bei weitem nicht Raum genug bieten würde, um alle die in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks vorkommenden Querfasern (resp. deren Fortsetzungen) in sich aufzunehmen, wenn man selbst annehmen wollte, dass diese Querfasern der grauen Substanz sich in die longitudinale Richtung umbeugten, um zu dem Gehirn zu gelangen.

Wir müssen demnach schliessen, dass weder die Längsfasern noch die Querfasern, welche in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks in der grauen Substanz vorkommen, einen cerebralen Ursprung haben.

3) Die Nervenzellen (verschiedener Grössen) bilden den anderen Hauptbestandtheil der grauen Substanz, und eine Untersuchung, welche die Ermittelung ihres Ursprungs betrifft, erscheint fast als ein ganz ungereimtes Unternehmen. Eine jede Nervenzelle ist ein so scharf ausgeprägtes Element, dass es absurd wäre, anzunehmen, die eine Nervenzelle sei die unmittelbare Fortsetzung der andern, eben so wenig als man sagen kann, eine Längsfaser der weissen Substanz des Rückenmarks sei die unmittelbare Fortsetzung einer andern mit ihr parallel verlaufenden benachbarten Primitivnervenfaser. Wenn wir also auch zugeben, dass die sämmtlichen Nervenzellen des Rückenmarks durch Fortsätze unter einander zusammenhängen, wenn wir ferner sehen, dass die Nervenzellen der obersten Cervicalgebiete des Rückenmarks mit solchen der Medullla oblongata (resp. des Gehirns) mittelbar durch Fortsätze zusammenhängen, so ist es aber darum dennoch nicht möglich, anzunehmen, dass die Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks eine Fortsetzung derjenigen des Gehirns seien, oder dass jene einen cerebralen Ursprung hätten. Eben so wohl könnte man von den Gehirnzellen behaupten, sie hätten einen spinalen Ursprung.

Jene Annahme würde ihr Ungereimtes verlieren, wenn die Zahl der Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks von oben abwärts in steter Progression abnähme, oder wenn die Nervenzellen sämmtlich anzusehen wären als Theile, die nur in die Continuität von Nervenfasern eingeschaltet wären, und wenn die Zahl der sie einschliessenden Fasern im Rückenmark von oben abwärts sich stetig verminderte. Wir sehen aber das Gegentheil der genannten Voraussetzungen im Rückenmark auftreten. Die Anzahl der Nervenzellen mehrt sich einerseits im Rückenmark, von oben abwärts, bis zur Mitte der Brustanschwellung; noch bedeutender vom oberen Lumbartheil bis zur Mitte des Conus medullaris,

resp. der Lendenanschwellung; andererseits aber vermehrt sich die Anzahl der in der grauen Substanz des Rückenmarks enthaltenen Längsfasern (oder Querfasern) in der Richtung von unten aufwärts keineswegs, weder überhaupt, noch weniger aber in stetiger Progression. Und endlich ist die Frage, ob die Nervenzellen nur als Theile, die in eine Nervenprimitivfaser-Continuität eingeschaltet sind, betrachtet werden müssen, oder als selbstständige Elemente, welche Ursprungsorte für Fasern sind, vorerst noch nicht entschieden; ja selbst, wenn jene erstere erwähnte Ansicht wahr wäre (was aber nicht unbedingt der Fall ist, wie sich aus dem späteren Verlaufe dieser Schrift ergeben wird), so spräche immerhin der Mangel an stetiger Zunahme des Flächeninhalts der grauen Substanz in der Richtung von unten aufwärts, also der Mangel einer stetigen Vermehrung der Längsfasern in grauer Substanz von unten aufwärts, gegen die Annahme eines cerebralen Ursprungs der Nervenzellen.

Hiernach müssen wir die Frage, ob die graue Substanz des Rückenmarks einen cerebralen Ursprung habe, für alle Elemente derselben (allenfalls mit Ausnahme einiger der obersten Schichten des Cervicaltheils) verneinend beantworten.

Wenn aber ein cerebraler Ursprung der grauen Substanz nicht angenommen werden kann, so entsteht die Frage: welches ist der eigentliche Ursprungsort der grauen Substanz und ihrer einzelnen Elemente?

Betrachten wir, zur Beantwortung der eben gestellten Frage, wiederum die Elemente der grauen Substanz genauer, und wenden wir uns zuerst zu den

1) Längsfasern der grauen Substanz. Wenn wir oben dargelegt haben, dass die in der gelatinösen Substanz vorkommenden, wie insbesondere die vor derselben in den grauen Hinterhörnern in mehr oder minder dicken Fascikeln verlaufenden, Längsfasern nichts anderes sind als die Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln, so ist hiermit der Beweis gebracht, dass ein grosser Theil der in der grauen Substanz enthaltenen Längsfasern einen peripherischen Ursprung habe, nämlich in den Ganglien der Spinalnerven.

Nehmen wir ferner an, was die directe Beobachtung lehrt, dass ein grosser Theil der in den grauen Vorderhörnern enthaltenen Längsfasern nur die umbeugenden Strecken derjenigen Fasern sind, welche schliesslich in die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln übergehen, und geben wir zu, dass diese Fasern sowohl die unmittelbaren Fortsetzungen von hinteren Spinalnervenwurzeln (zu einem geringen Theile), hauptsächlich aber die Fortsetzungen solcher Fasern sind, welche aus den Nervenzellengruppen der grauen Vorderhörner entspringen, alsdann müssen wir — mit Rücksicht auf die bei der Erörterung der über den Ursprung der Spinalnerven mitgetheilten Thatsachen — den Schluss als begründet zulassen: Dass ein guter Theil der in der grauen Substanz enthaltenen Längsfasern einen spinalen Ursprung habe, und zwar nahe der Stelle ihres Verlaufs oder Fundortes aus den betreffenden Nervenzellen entspringt, während ein anderer Theil einen peripherischen Ursprung (in den Ganglien der Spinalnerven) hat.

2) Die Querfasern der grauen Substanz. Von einem guten Theile der in den grauen Hintersträngen verlaufenden Querfasern wissen wir mit positiver Sicherheit, dass sie nichts anderes sind, als die unmittelbaren Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln. Hiermit ist der Ausspruch begründet, dass ein Theil der in der grauen Substanz vorkommenden Querfasern einen peripherischen Ursprung (in den Spinalganglien) habe. Von vielen in den grauen Vorderhörnern verlaufenden Querfasern, die nicht als die unmittelbaren Fortsetzungen der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln angesehen werden können, wissen wir (wie oben bei der Erörterung des Ursprungs der vorderen Nervenwurzeln genauer auseinandergesetzt worden ist), dass sie aus den Nervenzellen der grauen Vorderhörner entspringen (der Beweis findet sich in dem folgenden Buch über die Elemente des Rückenmarks). Es muss also von einem Theile der in der grauen Substanz des Rückenmarks vorkommenden Querfasern der Schluss

gelten, dass sie einen spinalen Ursprung haben, und zwar speciell: dass sie in der Nähe ihres Fundorts aus den Nervenzellen der grauen Substanz entspringen.

Aus dem Vorstehenden fliesst also der Schluss: Die Fasern der grauen Substanz des Rückenmarks, Quer- wie Längsfasern, haben einen zwiefachen Ursprung; ein Theil entspringt aus den Ganglien der Spinalnerven, in grösserer oder geringerer Entfernung von der betreffenden Stelle ihres Verlaufs, doch nicht über sechs Nervengebiete des Rückenmarks, in der Richtung auf- oder abwärts, von dem Fundorte derselben entfernt, gewöhnlich nur in der Entfernung von 1, 2 bis 3 Nervengebieten des Rückenmarks, wenn nicht in dem nämlichen Nervengebiete, oder ganz in der Nähe ihres Vorkommens; ein anderer Theil entspringt aus den Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks, vorzugsweise der grauen Vorderhörner (im Dorsaltheil auch vorzugsweise aus den Dorsalkernen), und zwar ebenfalls nicht weit von der betreffenden Stelle ihres Verlaufs entfernt, schwerlich je weiter als 3 bis 4 Nervengebiete des Rückenmarks auf- oder abwärts, von der Stelle ihres Fundorts an gerechnet.

3) Die Nervenzellen. So weit unsere jetzigen Erfahrungen zeigen, sind die Nervenzellen als die eigentlichen Repräsentanten der Grund- oder Ursubstanz anzunehmen, welche die grauen Vorder- und Hinterhörner (wie graue Substanz überhaupt) constituirt. Ihr Ursprung ist also an keiner anderen Stelle zu suchen, als an derjenigen ihres Fundorts. Die sämmtlichen Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks müssen demnach als spinalen Ursprungs bezeichnet werden.

Die sämmtlichen Elemente der grauen Substanz haben also, nach dem Vorausgegangenen, nicht allein nicht einen cerebralen Ursprung, sondern sie entspringen entweder in der Nähe ihres Fundorts im Rückenmark selbst, oder in der Nähe ihres Fundorts ausserhalb des Rückenmarks, in den Ganglien der Spinalnerven.

Nach Feststellung dieses Satzes, mit welchem die Thatsachen der Anatomie, wie die aus den Flächeninhalts-Verhältnissen hervorgehenden Schlüsse, im Einklang stehen, ist es fast überflüssig, die Ursprungsorte der einzelnen constituirenden Theile der grauen Substanzen specieller nachzuweisen. Indessen mögen, der Vollständigkeit halber, die folgenden Bemerkungen hier noch Platz finden:

1) Die grauen Hinterstränge betreffend.

a) Die dunkelrandigen Längsfasern der grauen Hinterstränge entspringen der Mehrzahl nach aus benachbarten hinteren Nervenwurzeln (resp. Spinalganglien), als deren unmittelbare Fortsetzungen sie anzusehen sind. Die Nervenwurzeln durchsetzten vorher die weissen Hinterstränge und die gelatinöse Substanz in verschiedener Richtung, als Längs-, Schräg- oder als Querfasern, hauptsächlich in der letztgenannten Richtung, und bogen hiernach, vor der gelatinösen Substanz angelangt, in die longitudinale Richtung um; nach kürzerem oder längerem Verlaufe in dieser, beugen sich diese Fasern abermals um, und gehen theils in die Commissuren, theils schliesslich in die vorderen Nervenwurzeln über, entweder direct oder indirect (der grossen Mehrzahl nach), nachdem sie sich mit den Nervenzellen der grauen Substanz, resp. der Vorderhörner in Verbindung gesetzt haben.

Die Minderzahl von Längsfasern der grauen Hinterhörner kann, wenn überhaupt, von einer anderen Ursprungsquelle abgeleitet werden; letztere würde in den Nervenzellen der Hinterhörner zu suchen sein, deren Fortsätze zum Theil als Längsfasern verlaufen.

b) Die dunkelrandigen Querfasern der grauen Hinterstränge entspringen der Mehrzahl nach ebenfalls aus benachbarten hinteren Spinalnervenwurzeln (resp. Spinalganglien), und verlaufen, wie oben wiederholt dargelegt worden ist, in verschiedener Richtung durch die weissen Hinterstränge und die gelatinöse Substanz hindurch, bevor sie als Querfasern der Hinterhörner erscheinen. Dass sie sich in Bezug auf ihren Weiterverlauf schliesslich (im Ganzen) verhalten wie die sub a. bezeichneten Längsfasern, ist aus früheren Mittheilungen genügend bekannt.

Die Minderzahl der in den grauen Hinterhörnern vorkommenden Querfasern muss, wenn überhaupt nicht ein peripherischer Ursprung sämmtlicher angenommen werden kann, von den Nervenzellen der grauen Hinterhörner abgeleitet werden.

Ich betrachte demnach die Mehrzahl der in den grauen Hinterhörnern vorkommenden Längs- und Querfasern als Theile oder Strecken der centralen Bahn der hinteren Nervenwurzeln; die Minderzahl als im Rückenmark selbst aus den Nervenzellen der grauen Hinterhörner entsprungene Fasern.

c) Die Nervenzellen der grauen Hinterhörner sind an der Stelle ihres Fundorts auch als am Orte ihres Ursprungs befindlich anzusehen. Es liegt kein Grund vor, welcher diese Zellen als irgendwo anders im Nervensystem entspringend documentiren könnte, so weit unsere jetzigen Erfahrungen reichen.

d) Die feinsten Nervenfasern, welche nicht als Fortsetzungen der Nervenwurzeln betrachtet werden können, und die von den Nervenzellen entspringen, sind also centralen Ursprungs.

2) Die grauen Vorderstränge betreffend.

a) Die breiten Längsfasern sind (s. o. p. 240, 241) der grossen Mehrzahl nach als Theile der centralen Bahnen der hinteren oder vorderen Nervenwurzeln anzusehen, welche in meist nur sehr kurzer Strecke in der Längsrichtung verlaufen, um alsbald in die schräge oder quere umzubeugen. Je nachdem sie nun von den hinteren oder den vorderen centralen Nervenbahnen abgeleitet werden, wird man einen peripherischen (aus den Spinalganglien), oder einen centralen (aus den Nervenzellengruppen — intraspinalen Ganglien der Vorderhörner) Ursprung derselben statuiren müssen.

Da die grosse Mehrzahl der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln mit den Nervenzellen der grauen Vorderhörner in Verbindung tritt, so ist die Entscheidung, ob eine einzelne bestimmte Längsfaser des grauen Vorderhorns einen peripherischen oder centralen Ursprung habe, in den meisten Fällen unmöglich. Dessenungeachtet scheint mir die oben formulirte allgemeine Annahme hinreichend gestützt.

b) Die breiten Querfasern der grauen Vorderhörner sind zu einem Theile die unmittelbaren Fortsetzungen der Querfasern der grauen Hinterhörner; also in Bezug auf ihren Ursprung wie die letztgenannten zu betrachten. Zu einem andern grossen Theile sind sie die evidenten Fortsetzungen der vorderen centralen Nervenbahnen, deren directe oder unmittelbare Verbindung (ohne zwischengelagerte Nervenzellen) mit den Querfasern der Hinterhörner nicht anatomisch nachzuweisen ist, die also aus den Nervenzellengruppen der grauen Vorderhörner entspringend angesehen werden müssen. Demnach müssen also auch die Querfasern der grauen Vorderhörner zum Theil als peripherischen Ursprungs, zum Theil als centralen Ursprungs angesehen werden.

c) und d) Die Nervenzellen und die feinsten Nervenfasern. Von ihnen gilt dasselbe, was von denen der grauen Hinterhörner gesagt worden ist.

3) Die Substantia gelatinosa (Rolando) betreffend.

a) u. b) Dass ihre (dunkelrandigen) Längsfasern, so wie ihre Querfasern (einschliesslich der halbcirkelförmigen Fasern) grossentheils, wenn nicht ausschliesslich, die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln sind (s. o. p. 188), das ist zugleich ein genügender Grund für die Annahme, dass diese (mehr durchtretenden) Theile der gelatinösen Substanz einen peripherischen Ursprung in benachbarten Spinalganglien haben. Die feinsten Längs- und Querfasern der gelatinösen Substanz aber, welche mit den Nervenzellen derselben das eigenthümliche filzige Gewebe bilden, lassen sich nur aus den Nervenzellen der gelatinösen Substanz ableiten, mit denen sie in unmittelbarer Verbindung stehen. Hiernach haben also auch die in der gelatinösen Substanz vorkommenden Fasern einen peripherischen und einen centralen Ursprung.

c) Die Nervenzellen müssen wie die der grauen Substanz überhaupt in Betreff ihres Ursprungs gedeutet werden.

4) Die Substantia gelatinosa centralis.

a) Die breiten Nervenfasern derselben gehören, wie oben p. 43, 44 auseinandergesetzt worden ist, entweder der hinteren oder der vorderen Commissur an; und dass diese Fasern als Strecken der centralen Bahn der Spinalnerven anzusehen sind, ist ebenfalls (s. o. p. 71, bei der Deutung des Faserlaufs der Commissura anterior) erörtert worden. Für die breiten Fasern der Substantia gelatinosa centralis ist also die Annahme eines peripherischen Ursprungs unumgänglich.

b) Die feinsten Nervenfasern, welche in Verbindung mit den Nervenzellen das eigenthümliche Gewebe dieser Substanz bilden, können nur aus den Nervenzellen selbst abgeleitet werden; sie entspringen also in der Nähe ihres Fundorts selbst, haben also einen centralen Ursprung.

c) Die Nervenzellen haben gleichfalls ihren Ursprung an der Stelle, die sie einnehmen, und es liegt kein Grund vor, sie als von einem anderen Orte entsprungen abzuleiten.

Also auch die in der Substantia gelatinosa centralis enthaltenen Elemente haben theils einen peripherischen, theils einen centralen Ursprung, wiewohl (streng genommen) die für die genannte Substanz charakteristischen Elemente nur einen centralen Ursprung besitzen.

Historisches und Critisches

über den Ursprung der verschiedenen Rückenmarks-Substanzen und der Nervenwurzeln.

Auch in dieser historisch-critischen Betrachtung werde ich mich nur an die wichtigsten Mittheilungen meiner Vorgänger halten, und ich beabsichtige daher keineswegs eine erschöpfende historische Darlegung.

Ich betrachte die betreffenden Angaben über den Ursprung 1) der weissen Substanz; 2) der Nervenwurzeln[50]).

a. Den Ursprung der weissen Substanz und der einzelnen weissen Stränge betreffend.

Der erste Forscher, welcher die Frage über den Ursprung der weissen Substanz des Rückenmarks schärfer in's Auge fasste, und durch mikroskopische Untersuchungen festzustellen suchte, war Valentin. Er zog vor bereits mehr als 20 Jahren aus seinen Untersuchungen den Schluss: dass sämmtliche Primitivfasern des Rückenmarks in das Gehirn sich fortsetzen, also cerebralen Ursprungs sind[51]). Valentin erklärte den Ursprung der Anschwellungen, resp. die Flächeninhalts-Vergrösserung der weissen Substanz in den Anschwellungen, aus dem complicirteren und mehr queren Verlaufe der hier aus dem Rückenmark austretenden Nervenwurzeln, und glaubte somit, den aus dem grösseren Flächeninhalt der weissen Substanz der Anschwellungen für seine Ansicht erwachsenden Widerspruch beseitigt zu haben.

Ich habe oben (s. p. 570) bereits erwähnt, dass Valentin nur einen Theil der Ursachen angab, welche die Anschwellungen des Rückenmarks bedingen. Seine Annahme des cerebralen Ursprungs aller

[50]) Ueber den Ursprung der grauen Substanz fehlen speciellere Untersuchungen bei meinen Vorgängern.

[51]) Valentin, in: Nova Acta Acad. C. C. N. C. 1836. Tom. XVIII. p. 198 u. a. a. O.

Fasern des Rückenmarks (und der Nervenwurzeln) ist aber mit den von mir oben (s. p. 600, ff.) dargelegten Thatsachen nicht in Einklang zu bringen, wie das aus den folgenden Erörterungen noch mehr erhellen wird (s. u. über den Ursprung der Nervenwurzeln).

In meinen früheren Schriften (über die Textur des Rückenmarks. 1842. p. 28; über die Medulla oblongata, 1843. pag. 3) hatte ich die Ansicht aufgestellt, dass die Längsfasern des Rückenmarks als Fibrae propriae dieses Organs, welche aus dem Gehirn entspringen, anzusehen seien, und dass alle Nervenwurzeln einfach als quer durchtretende betrachtet werden müssten. Diese Ansicht muss ich, zufolge meinen neueren Untersuchungen, als ungenügend bezeichnen. Obwohl im Rückenmark Fasern anzunehmen sind, die man als aus dem Gehirn herabkommend bezeichnen muss (s. o. p. 629), so sind die Mehrzahl der Längsfasern nicht vom Gehirn abzuleiten. Auch sind die centralen Nervenbahnen von mir früher zu exclusiv als Querfasern bezeichnet worden, und meine neueren Untersuchungen sind wohl der Wahrheit näher gekommen.

Eine der Valentin'schen Ansicht wie zum Theil der meinigen diametral entgegenstehende stellte 1844 Volkmann auf[52]), indem er durch Messung des Flächeninhalts der Nervenwurzeln (an Crotalus mutus) und desjenigen der weissen Substanz nachwies, dass weder die Nervenwurzeln noch die weisse Substanz des Rückenmarks aus dem Gehirne abgeleitet werden können. Da ich Volkmann's Untersuchung ausführlich bei der critischen Betrachtung über den Ursprung der Nervenwurzeln mittheilen werde, so verweise ich auf diese spätere Stelle.

Kölliker[53]) stellte zahlreiche Untersuchungen über den Ursprung der weissen Substanz (wie der Nervenwurzeln) an, und zog daraus den Schluss, dass sämmtliche Fasern der weissen Substanz aus dem Gehirn entspringen, übereinstimmend mit Valentin's und entgegengesetzt zu Volkmann's Behauptungen. Kölliker ging vor Allem darauf aus, zu beweisen, dass die Zahl der in den sämmtlichen Nervenwurzeln enthaltenen Fasern, durch Verschmälerung ihrer Durchmesser im Rückenmark, genügenden Raum finden, sämmtlich zum Gehirn emporzusteigen, und dass im Rückenmark der Flächeninhalt der weissen Substanz von unten aufwärts in stetiger Progression sich vergrössere. Da ich in der critischen Besprechung über den Ursprung der Nervenwurzeln dem Gang der Untersuchungen Kölliker's Schritt für Schritt gefolgt bin, so verweise ich den Leser auf diesen späteren Theil, um nicht in zu viele Wiederholungen zu verfallen, und die Betrachtung der Kölliker'schen Argumente nicht zu sehr zu zersplittern.

Clarke spricht sich nicht entschieden über den Ursprung der weissen Substanz des Rückenmarks überhaupt aus. Jedoch sind einige hierauf bezügliche Aeusserungen dieses Autors anzuführen. Den Uebertritt von Nervenzellen-Fortsätzen der grauen Substanz in die weisse sah Clarke. „Many of these processes, particularly from vesicles situated near the border of the grey substance, run out into the white columns through fissures, which contain bloodvessels and pia mater."

Demnach sollte man schliessen, dass Clarke den Ursprung der weissen Substanz aus den Nervenzellen der grauen ableite. Indessen ist dieser Schluss nicht füglich erlaubt, weil Clarke einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Nervenzellen und Primitivnervenfasern niemals unzweideutig gesehen zu haben behauptet: „I have never been able to make out satisfactorily any such connection in the spinal chord of mammalia. The nerve fibres wind around, and appearently in contact with the vesicles, but the connection does not seem to have at all the character of an attachment. Nor have I succeeded in tracing anything like continuity between the tubular fibres and the processes of the vesicles. It is very common, to see one or two of these processes, running outwards into a bundle of nerves attached either to the anterior or posterior cornua; but then we have seen, that they pass out

[52]) Volkmann, in: R. Wagner's Handwörterb. der Physiologie, Artikel: Nervenphysiologie, l. c.

[53]) Kölliker, Mikr. Anat., l. c.

into the white columns from all sides, and therefore from parts which are not connected with nerves." Dieser Schluss Clarke's muss um so mehr Zeugniss von der grossen Umsicht dieses Forschers ablegen, als er in seiner Fig. 15 evidente Uebergänge von Fortsätzen grosser Nervenzellen in centrale vordere Nervenbahnen, also in Primitivfasern der weissen Vorderstsänge dargestellt hat.

Nach Schilling entspringen alle Längsfasern der weissen Substanz aus der grauen Substanz, und zum Theil aus den Nervenzellen derselben. „Fibrae longitudinales substantiae albae ex substantia cinerea et, ex parte saltem, a cellulis nerveis oriuntur" (p. 61 u. a. O.).

Mit dieser Behauptung kann ich in so fern nicht einstimmen, als viele Längsfasern aus den hinteren Nervenwurzeln herkommen, also peripherischen Ursprungs sind; dass aber ein anderer Theil der Längsfasern aus der grauen Substanz entspringt — ergiebt sich auch aus meinen Untersuchungen.

Die Bildung der weissen Vorder- (und Seiten-) Stränge leitet R. Wagner [54]) von den Ganglienzellen der grauen Vorderhörner ab. Er sagt: „Es ist wahrscheinlich, dass die Vorderstränge (und der grösste Theil der Seitenstränge) nur aus Fasern gebildet werden, welche von den Fortsätzten der Ganglienzellen stammen, und in die motorischen Wurzeln übergehen, und anderen, welche aus den Ganglienzellen nach oben zum Gehirn verlaufen."

Mit dieser Ansicht stimme ich zum guten Theil überein, wie aus meinen früheren Darlegungen (s. o. p. 640, ff.) hervorgeht.

Ich muss indess den centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln einen, wenn auch geringen, Antheil an der Bildung der weissen Vorderstränge zuschreiben, indem solche nicht ausschliesslich quer, sondern auch longitudinal laufen (s. o. p. 326).

Derjenige Theil der Seitenstränge, der nicht von den Ganglienzellen abgeleitet werden kann, wird von Wagner nicht genau bezeichnet. Sicher meint er aber damit den hinteren Theil nächst dem Sulcus lateralis posterior. Auch nach meinen Erfahrungen wird dieser von den centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln gebildet; und somit stimme ich auch hier mit Wagner's Angaben überein.

Dass Wagner die weissen Hinterstränge von denjenigen hinteren Nervenwurzeln ableitet, welche seiner Ansicht nach zum Gehirn verlaufen, habe ich oben, p. 153, bereits mitgetheilt. Die Bildung der weissen Hinterstränge durch die hinteren Nervenwurzeln findet auch nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen Statt; jedoch nur zum grossen Theile, nicht durchaus (s. o. p. 638); in so fern weiche ich von Wagner's Ansicht ab. Die andere Differenz meiner Ansicht von derjenigen Wagner's besteht darin, dass ich den directen Lauf hinterer Nervenwurzeln zum Gehirn durch die ganze Länge der Hinterstränge nicht statuire (s. o. p. 627, 628). Wagner nimmt also zum Theil einen cerebralen, zum Theil einen spinalen Ursprung der (Längsfasern der) weissen Substanz des Rückenmarks an. Die anatomische Rechtfertigung der letzteren Annahme giebt aber R. Wagner durch den von ihm vorzugsweise hervorgehobenen Umstand des unmittelbaren Zusammenhanges der Nervenprimitivfasern und multipolaren Nervenzellen in den Centralorganen des Nervensystems, d. h. des Ursprungs der Nervenfasern von Nervenzellen in den Centralorganen. Da ich auf diesen Punkt bei der critisch-historischen Besprechung der Elemente des Rückenmarks und ihres Verhältnisses zu einander ausführlich zurückkommen muss, so verweise ich dorthin.

Schröder van der Kolk's Ansichten über den Ursprung der weissen Substanz stimmen mit denen R. Wagner's fast ganz überein. Zum Theil erklärt v. d. Kolk die weisse Substanz für cerebralen Ursprungs (z. B. den Theil der Hinterstränge, welcher durch die Gefühlsnervenwurzeln gebildet wird, s. o. p. 154; ferner den Theil der Vorderstränge, welcher nach seiner Ansicht den Willen direct leitet, s. o. p. 175); anderntheils aber entspringt, seiner Ansicht zu Folge, ein Theil der weissen Substanz

[54]) R. Wagner, Neurol. Untersuch. 1854, p. 167.

aus den Nervenzellen der grauen (so die sogenannten Reflexfasern oder Querfasern, welche von den hinteren Nervenwurzeln aus, quer durch die weissen Hinterstränge, in die Nervenzellen grauer Substanz eintreten; ferner die Fasern der Commissura anterior (s. o. p. 95); ferner diejenigen Fasern der vorderen Nervenwurzeln, welche quer durch die weissen Vorderstränge in die Nervenzellen der Vorderhörner übergehen, s. o. p. 328). Da ich bereits über v. d. Kolk's Ansichten mich wiederholt ausgesprochen, so ist es überflüssig, hier nochmals genauer nachweisen zu wollen, in welchen Punkten meine Ansichten mit denen v. d. Kolk's übereinstimmen oder abweichen.

Lenhossék spricht sich nicht speciell über den Ursprung der weissen Substanz aus. Da er indessen den Ursprung der Primitivfasern der (Nerven wie der) weissen Substanz aus Nervenzellen für „sehr klar" hält (l. c. p. 25), auch ferner (l. c. p. 23) annimmt, dass sämmtliche Nervenwurzel-Primitivfasern aus der Gangliensubstanz (grauer Substanz) entspringen, so ist es gestattet, anzunehmen: dass auch Lenhossék den spinalen und nicht den cerebralen Ursprung der weissen Substanz statuire.

Owsjannikow (l. c. p. 37) leitet den Ursprung der Längsfasern der weissen Substanz (bei Menschen und Säugethieren) von den Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks ab; doch sah er, wie er selbst zugiebt, bei Menschen etc. den eigentlichen Ursprung der Fasern von den Nervenzellen nicht so deutlich, wie bei den Fischen. Dass die exclusive Ansicht eines spinalen Ursprungs weisser Substanz nicht genügend gestützt werden kann, dürfte aus meinen früheren Erörterungen hervorgehen.

Auch Remak's neueste Ansicht spricht sich für den spinalen Ursprung der weissen Substanz, wenigstens zu einem Theile, aus. Remak vermuthet, dass eine aus einer Nervenzelle abgegangene Faser in gewisser Strecke als Längsfaser der weissen Substanz verlaufen, dann wieder in die graue Substanz zurückbeugen und sich mit einer Nervenzelle verbinden könne[55].

Wie in dem Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, so fand auch bei Fischen Owsjannikow (l. c. p. 31) ganz entschieden, dass die weisse Substanz des Rückenmarks und die Nervenwurzeln aus Nervenzellen der grauen Substanz entspringen, resp. dass die weisse Substanz des Rückenmarks aus den Fortsätzen der Nervenzellen gebildet werde. Owsjannikow behauptet, dies bei Fischen evident gesehen zu haben, l. c. p. 31. „videmus ... ex unaquaque cellula (der grauen Substanz) fibra alia sursum adscendente et a canaliculo centrali longius longiusque discedente, nec non altera alteri sese applicante formari substantiam albam, cujus fibrae cursu fere parallelo usque ad cellulas nerveas cerebri protendantur."

Ich weiche von Owsjannikow ab, indem ich die Bildung der weissen Substanz zum Theil durch die in's Rückenmark eintretenden Nervenwurzeln, vor deren Eintritt in die graue Substanz, statuire, wie dies an den weissen Hintersträngen evident auf Längsabschnitten nachzuweisen ist (s. o. p. 265 ff.). So ist's bei Säugethieren, und so bei Petromyzon, und wahrscheinlich auch bei allen anderen Fischen. Denn dass die Nervenwurzeln z. B. bei Petromyzon nicht (in horizontalen Ebenen) quer das Rückenmark durchsetzen, sieht man direct auf Längsabschnitten und aus dem Umstand, dass in einer grossen Zahl von Querabschnitten nicht eine einzige centrale Nervenbahn zu erkennen ist, d. h. dass die Fortsätze der Nervenzellen nicht horizontal (streng: vertical) in die vorderen und hinteren Wurzeln der Spinalnerven übergehen.

Da ich auf diese Arbeiten Owsjannikow's bei der critischen Besprechung der Elemente des Rückenmarks genauer zurückkomme, so verweise ich den Leser dorthin.

Ueber den Ursprung der weissen Substanz im Vogel-Rückenmark hat Metzler einige Mittheilungen gemacht. Den Zusammenhang oder Ursprung der Fasern der weissen Substanz von Nerven-

[55]) Remak und Hirschfeld, l. c. p. 21.

zellen konnte Metzler am Vogel-Rückenmark nicht finden. „Fibras longitudinales substantiae albae et ipsas e cellulis originem ducere ... equidem, quamvis in multis segmentis longitudinalibus hunc fibrarum ortum exquirere studuerim, nihil tamen certius observare potui“ p. 50. Dennoch aber nimmt Metzler ein gewisses Verhältniss zwischen Nervenzellen und Fasern der weissen Substanz an, weil im unteren Ende des Rückenmarks, vom Filo terminali an aufwärts, beide in gleicher Ebene auftreten. „Cellulas videas non prius apparere, quam ubi fibrae longitudinales initium ceperint“ p. 50. Metzler hält aus diesem Grunde den Ursprung der Fasern von den Zellen für wahrscheinlich: „etiam albae substantiae fibras longitudinales e cellulis originem trahere, statuendum esse judico“ p. 50. Es bedarf kaum der Bemerkung, dass die angeführten Angaben Owsjannikow's und Metzler's zu wenig erschöpfend sind.

Ueber den Ursprung der weissen Rückenmarks-Substanz bei Fröschen hat Kupffer einige Bemerkungen mitgetheilt. Kupffer behauptet nämlich, den Ursprung der Längsfasern weisser Substanz aus Nervenzellen-Fortsätzen im Rückenmark der Frösche (l. c. p. 29) deutlich auf Längsabschnitten, die in rechten Winkeln auf die Fissura anterior fallen, gesehen zu haben: „Saepius atque exspectatione clarius cylindrum tertium arcuatim ad partem externam sursumque versus porrigi videbam, quo facto, quemadmodum in figura III in dissertatione D^ris. Owsjannikow proposita cernimus, substantiae albae fibris longitudinalibus immixtus sursum adscendit. Qui cylindrus, dum separatus in massa cinerea decurrit, nudus coloreque intense flavo tinctus apparet. Simulatque autem inter substantiae albae fibras latas medullarem materiam continentes intravit, medullâ haud perspicuâ circumjectâ e conspectu subducitur.“ Ueber diese Angaben Kupffer's lässt sich nur das Nämliche sagen, was von denen Owsjannikow's und Metzler's gilt. Sie gehen nicht tief genug in die Frage ein. Was die anatomische Thatsache des Zusammenhangs der Nervenprimitivfasern mit den Nervenzellen betrifft, so werde ich auch hierüber genauer in dem Buch über die Elemente reden.

b. Den Ursprung der Nervenwurzeln betreffend.

Die in der Wissenschaft über den Ursprung der Nervenwurzeln zu verschiedenen Zeiten herrschend gewesenen Ansichten sind erst in der neueren Zeit, seit etwa 30 Jahren, einer genaueren Critik unterworfen worden.

Dass die Nervenwurzeln sämmtlich ihren Ursprung im Gehirn haben, aus diesem in das Rückenmark abwärts verlaufen, und aus dem Rückenmark an verschiedenen Stellen austreten, um in ihre peripherische Bahn zu gelangen, das war die älteste Ansicht, die man bis zu den neueren Zeiten wohl kaum zu bezweifeln wagte. Johannes Müller war eigentlich der Erste, welcher gegen diese Ansicht gegründete Zweifel erhob[56]).

„Schon der Bau des Rückenmarks zeigt,“ sagt J. Müller, „dass dasselbe mehr als einen Conductor der Fasern der Nerven zum Gehirn darstellt; wäre dies der Fall, so müsste das Rückenmark in seinem oberen Theile blos die Summe aller Fasern enthalten, die sich von oben bis unten aus ihm entwickeln, gleichwie ein Nervenstamm nur alle Fasern zusammen enthält, die bei seiner Verzweigung sich von ihm ablösen. Das Rückenmark müsste also von oben bis unten, je mehr Nerven von ihm abgehen, in demselben Maasse dünner werden, oder einen unten zugespitzten Keil darstellen. Dies ist nicht der Fall, wenn sich auch sein Durchmesser im Allgemeinen von oben nach unten vermindert. Selbst an seinem Ende, wo die letzten Nerven abgehen, enthält es noch mehr Masse, als die Mutterfäden der dort abgehenden Nerven betragen, überdiess schwillt es am Abgang der Nerven der Extremitäten an, nnd bei mehren Fischen schwillt es sogar an seinem Ende zu einem unten zugespitzten Kolben an.“

[56]) Joh. Müller, Physiologie, Bd. I. Abth. 2, 1834, p. 798.

Joh. Müller hatte aber damals keine genaueren mikroskopisch-anatomischen Gründe, welche seiner Ansicht eine haltbarere Stütze verleihen konnten.

Als daher Valentin zwei Jahre später durch seine verdienstvollen berühmten mikroskopisch-anatomischen Untersuchungen über den Verlauf und die letzten Enden der Nerven[57]) den unmittelbaren Uebergang der Nervenwurzeln in die weisse Substanz des Rückenmarks nachgewiesen, und die Entstehung der Anschwellungen anscheinend (s. o. p. 570) so erklärt hatte, dass solche für die Annahme eines centralen Ursprungs der Spinalnerven keinen Widerspruch mehr zu bilden schienen, da schien die althergebrachte Ansicht des cerebralen Ursprungs der Spinalnerven auf eine sichere Basis gesetzt.

Einige Jahre später wurde indess durch die anerkennenswerthen Messungen Volkmann's[58]) der von Joh. Müller bereits geäusserte Zweifel in ein helles Licht gestellt, und durch auffallende Thatsachen zu einer der bisher geltenden ganz entgegengesetzten Ansicht geführt. Volkmann bemerkte, dass das Rückenmark ein Kegel mit nach oben gerichteter Basis sein müsse, wenn alle Spinalnerven gegen das Hirn aufstiegen. Da aber der Lendentheil des Rückenmarks breiter sei, als der obere Halstheil, da in den Anschwellungen sowohl die graue wie auch die weisse Masse zunehme, und endlich der Umfang des oberen Endtheils des Rückenmarks nicht genüge, um alle Nervenfasern in sich aufzunehmen — so sei die Annahme eines centralen Ursprungs der Spinalnerven eine Unmöglichkeit für die Wissenschaft.

Diese, durch ziemlich exacte Untersuchungen und Thatsachen gestützte, Ansicht hatte die alte Lehre gleichsam wieder auf den Kopf gestellt, und der cerebrale Ursprung der Spinalnerven schien hierdurch definitiv als unhaltbar dargelegt.

Wenige Jahre darauf aber trat Kölliker[59]), ebenfalls an der Hand auffallender und noch zahlreicherer anatomischer Belege als derer, die Volkmann zu Gebote standen, wiederum für die alte Ansicht von dem cerebralen Ursprung aller Spinalnerven in die Schranken. Nach Kölliker's Schlüssen sollten die Anschwellungen im Rückenmark nur durch graue Substanz erzeugt sein, und die weisse Substanz von unten aufwärts im Rückenmark in stetiger Progression zunehmen, und in den obersten Schichten des Cervicaltheils des Rückenmarks sollte genügender Raum vorhanden sein, um sämmtliche Primitivfasern der Spinalnervenwurzeln aufzunehmen und zum Gehirn zu leiten.

Gegen diese Ansicht erhob sich bald darauf Schilling mit gewichtigen Gründen, besonders aber Bratsch und Ranchner (1855), welche darlegten, dass die Anschwellungen des Rückenmarks nicht vor Allem durch graue Substanz erzeugt würden, und dass die weisse Substanz im Rückenmark von unten nach oben nicht stetig zunehme.

Bratsch und Ranchner treten also im Ganzen mit gleichen und zahlreicheren Gründen, wie Volkmann und Schilling, gegen Kölliker auf, und so scheint in der neuesten Zeit die Ansicht, dass die Spinalnerven cerebralen Ursprungs seien, von so vielen Thatsachen als unhaltbar dargelegt, dass dieselbe endlich aus der Wissenschaft verschwinden zu wollen scheint. Auch meine neuesten Untersuchungen stimmen gegen die alte Annahme eines cerebralen Ursprungs der Spinalnerven.

Die genauere Darlegung der, in diesem flüchtigen Ueberblick nur angedeuteten, historischen Entwickelung der Lehre vom Ursprung der Spinalnerven möge nun im Folgenden Gegenstand unserer Besprechung sein, wobei hauptsächlich darauf Rücksicht genommen werden soll, die verschiedenen Gründe zu prüfen, welche von den Vertheidigern der einen und der anderen Ansicht vorgebracht worden sind, resp. die Bedeutung der verschiedenen Gründe darauf hin zu prüfen, ob sie das nöthige Gewicht

[57]) Valentin, in Acta A. C. L. C. N. C. 1836. Tom. XVIII.

[58]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. Artikel: Nervenphysiologie, l. c. p. 482.

[59]) Kölliker, Mikrosk. Anat. 1850. l. c.

zu der Entscheidung der Fragen besitzen, welches ihnen von den betreffenden Forschern beigelegt worden ist.

Was nun zuerst Valentin's Ansichten betrifft (s. o. p. 570), so gründen sich dieselben auf die Thatsache, dass man in der weissen Substanz des Rückenmarks auf weite Strecken hin parallel laufende Längsfasern findet. Valentin schloss hieraus, dass solche Längsfasern ununterbrochen durch die Länge des Rückenmarks verlaufen und in das Gehirn eintreten, und dass alle Fasern der weissen Substanz, selbst die, welche er evident quer verlaufen sah, endlich in die longitudinale Richtung umbeugen, und in's Gehirn verlaufen. Valentin hatte also jener ersterwähnten Thatsache eine Bedeutung gegeben, welche nicht anatomisch documentirt werden kann, wie aus meinen früheren Untersuchungen hervorgeht. Länger als 1—1½ Zoll ist im Rückenmark wohl nie eine longitudinal verlaufende Faser in Continuität zu verfolgen möglich, wenigstens nicht mit unseren jetzigen Hülfsmitteln; und dass nicht alle Längsfasern des Rückenmarks durch dessen ganze Länge verlaufen, erhellt aus meinen oben mitgetheilten Erörterungen wohl zur Genüge. Die mikroskopisch-anatomische Stütze also, welche Valentin's Arbeiten der alten Lehre von dem cerebralen Ursprung der Spinalnervenwurzeln zu geben schienen, kann nicht als genügend angesehen werden, und wird von diesem Forscher jetzt auch wohl selbst nicht mehr als solche betrachtet. Valentin's Arbeit war eben nur der erste lichte Punkt in einer bis jetzt noch vom Dunkel bedeckten Wildniss.

Volkmann behauptet 1844 [60]), „dass keine anatomischen Erfahrungen bekannt sind, welche den Ursprung eines Nerven im Gehirn erwiesen, oder auch nur wahrscheinlich machten“ (p. 481); „dass die Hirnnerven, welche sich in die Medulla oblongata inseriren, entweder in dieser, oder im Gehirn und nicht im Rückenmark enden, darauf weist die Physiologie einigermaassen hin; die Anatomie hat aber nichts hinzuzufügen, um so weniger, da bei mehreren Hirnnerven der Verlauf der Wurzelbündel, so weit er bis jetzt verfolgt werden konnte, gegen das Rückenmark hin gerichtet ist.“

Diese Behauptungen Volkmann's stellten sich denen Valentin's diametral entgegen, obwohl sie freilich keine gewichtigeren Gründe für sich hatten, als die, welche Valentin für seine Behauptungen aufstellte. Denn dass der Verlauf der Wurzelbündel von Gehirnnerven gegen das Rückenmark hin gerichtet sei — ist eine damals von Volkmann ohne alle Gründe aufgestellte Behauptung.

Dagegen bringt Volkmann weiterhin Erörterungen, gestützt auf neue von ihm gefundene Thatsachen, welche stets ihren Werth in der Wissenschaft behaupten werden.

Volkmann (l. c. p. 482) hielt es für erweisbar: „dass nicht alle Nerven im Gehirn entspringen, dass vielmehr durch die Form und die Dimensionsverhältnisse des Rückenmarks sich darthun lasse, dass auch dieses die Ursprungsstätte gewisser Nerven sein müsse. Setzen wir nämlich hypothetisch das Gegentheil, und leiten die Rückenmarksnerven vom Gehirn ab, so müsste das Rückenmark eine conische Gestalt haben, es müsste im 1. Halswirbel, wo es noch die Elemente aller Nerven enthielte, am breitesten, und in der Lendengegend, wo es die letzten Nerven abgiebt, am dünnsten sein. Dies ist nicht nur nicht der Fall, sondern das Lendenmark ist oft beträchtlich stärker als das Halsmark. Man darf dieser Betrachtung nicht den Einwurf entgegenstellen, dass eine Anhäufung der grauen Substanz in den unteren Parthieen des Rückenmarks den Verlust an weisser Masse compensiren könne. Wäre dies der Fall, so müsste die graue Masse einen Kegel bilden, dessen Basis gegen unten oder hinten gerichtet wäre. Es müsste sich bei Vergleichung von Querschnitten des Rückenmarks zeigen, dass in der Gegend der oberen Halswirbel ein kleiner grauer Kern von einer dicken Lage weisser Substanz umgeben sei, während in der Lendengegend umgekehrt eine äusserst dünne Lage weisser Substanz einen dickeren grauen Kern umhüllen müsste. Eine derartige Einrichtung wäre möglich, aber in der

60) Volkmann, Artikel: Nervenphysiologie, in Rud. Wagner's Handwörterb. d. Physiologie, II. Bd. p. 476-627.

Wirklichkeit besteht sie nicht." Volkmann fand am Rückenmark des Pferdes, dass „zwar die graue Masse gegen die Brustwirbel hin wirklich zunimmt, aber die Quantität der weissen Masse nimmt auch zu! ... Weiter abwärts nimmt die Menge der grauen Substanz und der einhüllenden weissen Schicht auffallend ab, aber beide gewinnen in der Lendengegend, wo die Sckenkelnerven entspringen, zum zweiten Male beträchtlich an Masse also an den Stellen, wo grosse Nerven entspringen, findet locale Vermehrung der Nervenmasse Statt, und diese Vermehrung bezieht sich nicht blos auf die graue Substanz, sondern in gleichem Maasse auf die weisse." ... „Die Schicht weisser Masse ist also unterhalb des 8. Spinalnerven (resp. in der Brustanschwellung) stärker als in der Gegend des zweiten, da sie doch nach Abgabe von sieben Nervenpaaren dünner sein müsste, wenn die Nervenfasern sämmtlich vom Hirn herstammten und durch das Rückenmark bis zu ihren respectiven Austrittspunkten hindurchsetzten. ... In der Lendengegend, nachdem das Rückenmark 30 Nervenpaare abgegeben, würde kaum noch eine Faser übrig sein, ja es dürfte in Betracht der Menge und Grösse der Nervenwurzeln sehr zweifelhaft erscheinen, ob das Rückenmark des Pferdes an seinem Ursprunge überhaupt stark genug wäre, um die Elemente von 84 Nerven noch neben der Kugelmasse zu enthalten. Unbedingt aber müsste die Fasermasse in der Lendengegend auf ein Minimum reducirt sein; statt dessen zeigt es daselbst mehr weisse Substanz als im Halstheil, obschon es am letzteren Punkte ein Plus von Fasern für 28 Nervenpaare enthalten müsste."

Ausserdem untersuchte Volkmann die gegenseitigen Flächeninhalts-Verhältnisse der Nervenwurzeln und des Rückenmarks bei Crotalus mutus, wo er bis zur letzten Rippe 221 Nervenpaare zählte, während das Rückenmark im 2. Wirbel nur eine Durchschnittsfläche von 0,□'''0058 hatte, „was um so auffallender war, als im 221. Wirbel, also nach Abgabe eben so vieler Nervenpaare, das Rückenmark noch immer eine Durchschnittsfläche von 0,□'''0016 zeigte." Volkmann berechnete mit einer anerkennenswerthen Umsicht die Summe der Durchschnittsflächen von 15 aus den verschiedenen Regionen des Thiers entnommenen Nervenwurzeln, und hiernach die Summe sämmtlicher 221 Nervenwurzeln zu 0,□'''0636, wornach „die Masse der Nerven diejenige des Halsmarks mindestens um das 11fache übertrifft, ein Ueberschuss, welcher durch die überwiegende Dicke der in den Nervenwurzeln gelegenen Fasern nicht erklärlich ist" (l. c. p. 485).

Hiernach schliesst Volkmann, „dass viele, wenn nicht alle Spinalnerven vom Rückenmark selbst entspringen."

Auch der Umstand, dass die Marksubstanz an den Austrittspunkten der stärksten Nerven am meisten anschwillt, zeigt, nach Volkmann (p. 485), deutlich, wie die „von der Peripherie her eintretenden Nerven sich nur in einer kurzen Strecke an das Rückenmark anlegen, und nicht vom Gehirn herkommen, sonst müsste das Rückenmark oder die Marksubstanz desselben an den Stellen, wo die stärksten Nerven abgehen, die auffallendste und plötzlichste Verdünnung erfahren."

Diese Deduction stimmt mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen im Ganzen überein, und Volkmann's Gründe würden unangreifbar sein, wenn er nicht zwei wesentliche Punkte bei seinen Berechnungen des gegenseitigen Flächeninhalts-Verhältnisses der Nervenwurzeln und der weissen Substanz des Rückenmarks ausser Acht gelassen hätte, die seine Schlüsse als nicht genügend begründet erscheinen lassen könnten. Diese beiden Punkte bestehen darin, dass Volkmann die Verdünnung der Nervenwurzeln nach ihrem Eintritt in das Rückenmark nicht genügend in Anschlag brachte (ein Vorwurf, welchen Kölliker zuerst machte), und ferner: dass Volkmann die sämmtlichen Nervenwurzeln, resp. Primitivfasern derselben und des Rückenmarks als Cylinder betrachtete, resp. die Querdurchschnitts-Flächen derselben als Kreisflächen berechnete, wodurch ein erheblicher Fehler in seinen Berechnungen entsteht, welcher sie zur definitiven Entscheidung dieser Frage allerdings unfähig macht. Da weder die Nervenwurzeln, noch die Primitivfasern derselben, noch diejenigen des Rückenmarks Cylinder sind, wie ich das weiter unten bei der Prüfung der Kölliker'schen Untersuchung genau auseinandersetzen

werde (daher ich den Leser dorthin verweise, um Wiederholungen zu vermeiden), so hat Volkmann für die weisse Substanz des Rückenmarks verhältnissmässig zu wenig Fasern angenommen. Und hierin liegt der grösste Fehler seiner Deduction. Trotzdem aber geht, da der Fehler Volkmann's wohl nicht so bedeutend ist, um die von ihm als 11 Mal grösser berechnete Masse der Nervenwurzelfasern in dem obersten Halsmark von Crotalus unterbringen zu können, aus Volkmann's Untersuchungen die grosse Wahrscheinlichkeit hervor, welche seiner Annahme gegen den cerebralen Ursprung der Spinalnerven zu Grunde liegt. Und da diese Annahme im Uebrigen mit den von mir u. A., z. B. Bratsch und Ranchner, beobachteten anderweiten Thatsachen übereinstimmt, so erhebt sich ihre Wahrscheinlichkeit nur um so höher. Volkmann darf also wohl das Verdienst in Anspruch nehmen, zuerst die gewichtigsten Gründe gegen die Annahme des cerebralen Ursprungs der Spinalnerven beigebracht zu haben. Volkmann machte den spinalen Ursprung wahrscheinlich; aber eine solche absolute Annahme steht nicht genügend begründet. Meine Untersuchungen machen auch den peripherischen Ursprung eines Theils der Spinalnerven wenn nicht gewiss, doch höchst wahrscheinlich.

Wenden wir uns nun zur Besprechung der Kölliker'schen Untersuchungen. Die ausführliche und genaueste Prüfung derselben scheint mir um so mehr geboten, als Kölliker durch die Bedeutung, welche er als einer unserer trefflichsten Forscher mit Recht in Anspruch nimmt, seinen Deductionen schon an und für sich ein grosses Gewicht verleiht. Ich folge dabei diesem Autor Schritt für Schritt, wodurch zwar manche Wiederholungen nicht vermieden werden können, die mir aber zur klaren Erläuterung der betreffenden Fragen nothwendig zu sein scheinen. Kölliker sagt:

„Da die Nervenwurzeln in überwiegender Mehrzahl (nach ihrer Einpflanzung in die graue Substanz des Rückenmarks) sich aufwärts biegen und den longitudinalen Fasern der weissen Substanz sich beigesellen, ... so ist die wichtige Frage, zu wissen, was aus diesen Fasern wird, ob dieselben nach kürzerem oder längerem Verlauf im Marke enden, oder Alle nach dem Gehirn emporsteigen. Bekanntlich sind bis vor Kurzem die meisten Forscher der letztgenannten Ansicht gewesen, bis Volkmann in seinem mit Recht gerühmten Artikel „Nervenphysiologie" dieselbe, die weniger auf directe Beobachtungen als auf Gründe der Wahrscheinlichkeit sich stützte, in ihren Grundpfeilern erschütterte, und die Mehrzahl der Physiologen mit sich fortriss. Auch ich war unter diesen, wie aus meinem Programm über den Sympathicus und noch aus dem Anfange dieser Schrift[61]) zu ersehen ist, so lange ich nicht die Verhältnisse selbst untersucht hatte, denn es unterlag keinem Zweifel, dass Volkmann's Theorie die anatomischen Thatsachen und die Ergebnisse der Physiologie, wie sie damals vorlagen, in ganz entsprechender Weise mit einander verband. Wenn ich demungeachtet jetzt die Volkmann'sche Theorie von der Endigung der Rückenmarksnerven im Marke verlasse, so wird man mir gerne glauben, dass es gewichtige Gründe sind, die mich hierzu bewegen, um so mehr, wenn ich noch sage, dass es mir leid thut, eine Auffassungsweise nicht stützen zu können, welche über viele schwierige Theile der Nervenphysiologie so viel Licht zu verbreiten, und mit so vielen anderen anatomischen Verhältnissen (Ganglien, wirbellose Thiere) in Einklang zu stehen schien"[62]).

Kölliker begründet das Gesagte nun in folgender Weise. Er sagt: „Volkmann stützt sich bei seiner Hypothese von dem Entspringen der Fasern im Mark darauf, dass das Rückenmark keine kegelförmige Gestalt mit der Basis nach oben besitzt (l. c. p. 482 ff.), wie es der Fall sein müsste, wenn alle Fasern der Nervenwurzeln nach dem Gehirn heraufgingen, vielmehr an den Stellen, wo grosse Nerven entspringen, locale Vermehrung der Nervenmasse zeige, die sich nicht blos auf die graue Substanz, sondern in gleichem Maasse auf die weisse erstrecke. Dass dem so ist, beweist Volkmann durch Messungen von 4 Markdurchschnitten des Pferdes und durch eine Vergleichung des Durchmessers

[61]) Kölliker, Mikr. Anat., §. 13.

[62]) Kölliker Mikr. Anat. 1850. l. c. p. 430; Gewebelehre 1. Aufl. p. 283; 2. Aufl. p. 299 300 ff.

des Halsmarks von Crotalus horridus mit dem aller Nervenwurzeln desselben Thiers, der sich als 11 Mal den ersteren übertreffend ergiebt; ausserdem stützt er seine Ansicht noch dadurch, dass 1) die Anschwellungen des Markes ganz nach der Grösse der Extremitätennerven sich richten, bald fehlen bald enorm entwickelt sind; 2) das Mark an den Abgangsstellen der stärksten Nerven, statt sich plötzlich zu verdünnen, am meisten anschwelle; und 3) der Ursprung des Accessorius nun sein Auffallendes verliere. Untersucht man nun bei'm Menschen mit Rücksicht auf diese Verhältnisse das Mark, so zeigt sich in fast Allem gerade das Entgegengesetzte von dem was Volkmann bei Thieren sah. Erstens nimmt hier die weisse Substanz von unten nach oben beständig an Dicke zu, und beruhen die Anschwellungen vor Allem auf einer Vermehrung der grauen Substanz. Dass dem wirklich so ist, ergiebt schon der Augenschein, wenn man Schnitte, wie sie Fig. 130 [63]) nach der Natur abgebildet sind, mit einander vergleicht, und lässt sich auch durch Zahlen belegen. Ich habe an einem und demselben Mark (an einem ausgezeichnet gelungenen Chromsäurepräparate) die weisse Substanz an 5 Schnittflächen, wie in Fig. 130, gemessen und dabei Folgendes gefunden:

Die Vorderstränge messen:	Breite: innen an der Commissur	Breite: am Eingang der vorderen Spalte	Dicke
bei A (Conus medullaris, bei $3^{2}/_{3}$''' Durchmesser des Marks)	0,32'''	0,44'''	0,1'''
„ B (Lendenanschwell. „ $4^{3}/_{4}$''' Breite und $4^{1}/_{2}$''' Dicke)	0,32—0,36'''	0,84'''	1,6'''
„ C (Rückentheil, „ $4^{1}/_{2}$''' „ „ $3^{3}/_{4}$''' „	0,36—0,38'''	0,95'''	1,12'''
„ D (Halsanschwellung „ $6^{2}/_{3}$''' „ „ $4^{1}/_{2}$''' „	0,56'''	1,6'''	1,44'''
„ E (oberer Halstheil, „ $6^{2}/_{3}$''' „ „ $4^{3}/_{4}$''' „	0,56'''	1,8'''	1,32'''

Die Hinterstränge betragen:	Breite: innen an der grauen Commissur	Breite: oberflächlich zwischen dem Sulcus med. und lateral. post.	Dicke
bei A	0,08'''	0,28—32'''	1,12'''
„ B	0,30'''	0,40'''	1,76'''
„ C	0,56'''	1,04'''	2,32'''
„ D	0,75'''	1,66'''	2,33'''
„ E	0,50'''	2,0'''	2,81'''

Die Seitenstränge ergeben:	Breite: am hervorragendsten Theil der grauen Substanz		Breite: an der Wurzel des hinteren Horns	Dicke: in der Höhe der Substantia gelatinosa
bei A	0,40—0,44'''		—	—
„ B	0,36'''		0,96'''	—
„ C	1,14'''		1,16'''	—
„ D	1,2'''	(in der Höhe der Comm. ant.)	2,0'''	0,96'''
„ E	1,76'''	„ „ „ „ „ „	1,81'''	1,44'''

Bei Vergleichung dieser Zahlen ergiebt sich für die Hinterstränge in allen Durchmessern eine continuirliche Zunahme von unten nach oben, mit einziger Ausnahme des Durchmessers bei E, der etwas geringer ist als bei D, was aber durch das bedeutende Ueberwiegen der beiden anderen reichlich

[63]) Kölliker, Mikr. Anat.; in der „Gewebelehre“ sind dieselben Fig. ebenfalls wiedergegeben.

compensirt wird. Auch bei den Seitensträngen ist, mit Ausnahme einer Dimension bei E, die ebenfalls aufgewogen wird, die Zunahme an Masse eine stetige. Bei den Vordersträngen ist die Vergrösserung in der Breitedimension eine ganz anhaltende, der Dickendurchmesser dagegen ist an der Lenden- und Halsanschwellung etwas grösser als am Rücken- und am oberen Halstheil, doch ist diese Differenz namentlich in dem letzteren Falle unbedeutend, und möchte ihr durch die Zunahme der Vorderstränge in den anderen Richtungen, und namentlich durch die an diesen Orten sehr bedeutende Vergrösserung der vordersten Theile der Seitenstränge, mehr als das Gleichgewicht gehalten werden. Alles zusammengestellt, ergiebt sich, auch wenn die Wechsel der Gesammt-Dicke und -Breite des Marks gehörig in Rechnung gezogen werden, als sicheres Resultat, dass die Gesammtmasse der weissen Substanz des Markes von unten nach oben stetig zunimmt, und es müssen demnach der Wechsel desselben in seinem Durchmesser, seine mehrmalige Zu- und Abnahme in den Verhältnissen der grauen Substanz begründet sein. In der That ist dieselbe auch, wie längst bekannt, in den Anschwellungen ungemein entwickelt, an den anderen Orten ganz zurücktretend, in der Weise, dass das dem äusseren Anscheine Widersprechende, das in meiner Behauptung von einer stetigen Zunahme der Marksubstanz nach oben liegt, vollkommen befriedigend gelöst wird, wie folgende Zahlen bestätigen:

	Breiteste Stelle der grauen Substanz.	Breite des hinteren Horns an d. Wurzel.	Breite des hinteren Horns an d. Spitze.	Breite des vorderen Horns.
bei A	3,2‴	0,94‴	1,1‴	1,16—1,2‴ (etwas schief gemessen)
„ B	3,68‴	0,72‴	0,88‴	1,36‴
„ C	1,68‴	0,32‴	0,2‴	0,32‴—0,36‴
„ D	4,0‴	0,62‴	0,75‴	1,66‴
„ E	2,8‴	0,55‴	0,25‴	1,0‴“

Betrachten wir vorerst einmal diese Mittheilungen Kölliker's genauer, und nehmen wir zuvörderst an, dass die von Kölliker gegebenen Abbildungen mit den von ihm gemachten Querabschnitten im Ganzen und Groben übereinstimmen. Kölliker sagt zwar nicht, wie er die Abbildungen erlangt hat, und es bleibt also zweifelhaft, ob er solche in einer Weise zeichnen liess, dass man sie als streng getreue Nachbildungen der natürlichen Verhältnisse betrachten muss.

Indessen wollen wir einmal annehmen, die Umrisse überhaupt, wie die relativen Verhältnisse der grauen und weissen Substanz seien in diesen Figuren im Groben und Allgemeinen richtig gezeichnet, so ist vor allem Uebrigen gleich in die Augen springend, dass

1) die vielen Vorsprünge, Ein- und Ausbuchtungen, welche die graue und weisse Substanz fast überall, wo sie sich begränzen, besitzen, in diesen Figuren nicht angegeben sind und nicht angegeben werden können, der Kleinheit derselben wegen, und der Feinheit der nur mit bewaffnetem Auge deutlich und besser erkennbaren natürlichen Verhältnisse wegen; dass also die in den Figuren sichtbaren scharfen Gränzen weisser und grauer Substanz keineswegs als die naturgetreuen zu betrachten sind;

2) dass insbesondere in den Seitensträngen eine bedeutende Anzahl von Querfasern — anscheinend Ausläufer aus der grauen Substanz in die weisse — vorhanden sind, welche Kölliker von den Längsfasern nicht sondert, indem er alle weisse Substanz als aus Längsfasern bestehend hier zusammenfasst. Auch ist es bekannt, dass die weissen Vorderstränge von den Fasern der vorderen Commissur dergestalt nächst dem Fundus der Fissura anterior durchsetzt werden, dass auch die scharfe Gränze der Vorderstränge an dieser Stelle, wie sie Kölliker's Figuren zeigen, nicht naturgetreu ist. Kölliker zählt zwar die vordere Commissur zu den weissen Vordersträngen; da hier aber nur Längsfasern der weissen Substanz in Betracht kommen sollen, die weisse Commissur aber aus Querfasern besteht, so kann dieselbe nicht als Theil der Vorderstränge angesehen werden. In Kölliker's Zeichnungen ist aber der mittlere Theil der grauen Substanz, welcher beide Seitenhälften hinter dem Fundus

Fissurae anterioris verbindet, so gezeichnet, dass die Commissura anterior zum Theil darin enthalten, also von Kölliker zum Theil zur grauen Substanz gesetzt worden ist;

3) dass auch in den weissen Hintersträngen ein guter Theil von Fasern nicht als Längsfasern anzusehen ist, sondern der Quere nach verläuft; und wenn auch viele dieser Querfasern nach kurzem oder längerem Verlaufe wieder in die Längsrichtung umbeugen, so ist doch nicht zu bestimmen, welche von ihnen von unten aufwärts verlaufen, und welche umgekehrt von oben abwärts strahlen. Also auch dieser Umstand macht schon die Annahme — dass mit vermehrter Masse weisser Substanz auch die zum Gehirn aufwärts strahlenden Fasern in gleichem Verhältniss an Masse zunehmen — einigermaassen zweifelhaft, oder doch unsicher;

4) dass demnach die Messungen an solchen Figuren, wie Kölliker sie giebt, nicht die wünschenswerthe Genauigkeit haben, um Schlüsse aus ihnen zu ziehen, wie Kölliker versucht;

5) dass eine scharfe Gränze zwischen weissen Vorder- und Seitensträngen nicht existirt.

6) Gehen wir nun zu den von Kölliker mitgetheilten Messungen über, so erscheint — im Allgemeinen — selbst in den Kölliker'schen Figuren die Configuration der gemessenen Stränge so unregelmässig, dass aus den Breitemaassen an 2 Endpunkten, und aus dem Maasse der Dicke nicht auf das richtige Maass des Flächeninhalts geschlossen werden kann, wie das bei regelmässigen geometrischen Figuren thunlich wäre. Kölliker fand nun aber (p. 432) noch bei allen Strängen „Ausnahmen" von der constanten Zunahme der Maasse in der Richtung von unten nach oben. Bedenkt man, dass in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks die Configuration der grauen und weissen Substanz auf der Querdurchschnitts-Fläche des Rückenmarks weit auffallender wechselt, als dies in den Kölliker'schen Figuren angegeben ist, so wird man solche „Ausnahmen" noch in weit höherem Grade anzunehmen haben, als solche von Kölliker angegeben worden sind. Meine Messungen der verschiedenen „Gränzen" der grauen und weissen Stränge zeigen diese Abweichung hinreichend.

7) Im Speciellen — stimmen Kölliker's Zahlenangaben der Breite der Vorderstränge „innen an der Commissur" (p. 431) nicht mit seinen Abbildungen genau überein. Wollte man die Maasse von A, B, C als richtig betrachten, so ist bei D und E die Breite der Vorderstränge mit 0,56''' offenbar unrichtig bezeichnet, denn es sind bei D die Vorderstränge, nächst der Commissur, wohl doppelt so breit als bei E und den übrigen Figuren, und E stimmt fast ganz mit B überein.

8) Bei Bezeichnung der „Breite am Eingang der vorderen Spalte" hat Kölliker nicht die Punkte angegeben, welche er als die Gränzpunkte für „die Breite" betrachtet. Da dieselben in der Natur nicht existiren, so sind dieselben also willkürlich, und können keiner Controle unterworfen werden. Wir müssen daher die betreffende Zahlenreihe als eine irrelevante ansehen. Ich bemerke, dass bei D (in der Brustanschwellung) die graue Substanz so nahe gegen die vordere Längsspalte nach innen tritt, dass der Theil der weissen Vorderstränge nächst der Mitte der vorderen Längsspalte in dieser Figur auffallend schmäler ist als bei den sämmtlichen übrigen Figuren, wodurch also der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge dieser Figur geringer erscheint, als derjenige der Fig. C und B, ein Umstand, welcher nicht für die von Kölliker angenommene constante Vermehrung der Masse weisser Vorderstränge von unten nach oben spricht.

9) Bei Bezeichnung der „Dicke" der Vorderstränge, lässt Kölliker in Zweifel, an welcher Stelle er die Dicke gemessen hat, ob an der Fissura longitudinalis anterior, oder an einem mehr nach aussen gelegenen Punkte der vorderen Fläche der Vorderstränge, und — wenn an letzterer — ob näher oder entfernter der Fissura longitudinalis. Ich finde wenigstens auch nicht annäherungsweise die von Kölliker oben angegebene Zahlenreihe der „Dicke" mit seinen Figuren übereinstimmend. In der Richtung von vorn nach hinten, in der Fissura longitudinalis anterior, die Dicke der Vorderstränge an Kölliker's Figuren messend, finde ich folgende Zahlen: A = 0,8—9'''; B = 1,4'''; C = 1,0—1,1'''; D = 1,6''' E = 1,5'''. Diese Maasse differiren von denen, die Kölliker (s. o.) angiebt, so dass unmöglich

Kölliker an der eben bezeichneten Stelle die „Dicke" der Vorderstränge gemessen haben kann. — Misst man die Dicke der Vorderstränge in Kölliker's Figuren an der Austrittsstelle der vorderen Wurzeln, von diesem Punkte bis zur Gränze des grauen Vorderhorns gerade von vorn nach hinten, so findet man ebenfalls nicht Zahlen, die mit denen Kölliker's übereinstimmen. Ich finde in dieser Richtung folgende Ziffern: A = 0,3‴; B = 0,4‴ höchstens 0,5‴; C = 0,4—0,5‴; D = 0,7—0,8‴; E = 0,7—0,8‴. Auch diese Zahlenreihe differirt zu auffallend von der Kölliker'schen, als dass anzunehmen wäre, Kölliker habe an der bezeichneten Stelle die „Dicke" gemessen. Demnach bleibt auch diese Zahlenreihe Kölliker's nicht als Beweismittel seiner Angaben. Die Figuren Kölliker's und seine Messungen sind also hier wenigstens nicht in Uebereinstimmung.

10) Die Maasse der Hinterstränge betreffend, so differiren die an den Kölliker'schen Figuren wahrnehmbaren ganz auffallend von der oben mitgetheilten Zahlenreihe Kölliker's. Da Kölliker's Maasse bis in die zweite Decimalstelle gehen, so muss man wohl schliessen, dass Kölliker's Maasse mikrometrische, mit Hülfe des Mikroskops erlangte seien. Trotzdem aber ist die Differenz zwischen Zahlen und Figuren so bedeutend, dass entweder die Annahme, Kölliker habe sich hier geirrt, nicht abzuweisen ist, oder andererseits statuirt werden muss, dass die Figuren nicht genau seien. Ich finde bei einer sorgfältigen Ausmessung der Kölliker'schen Figuren folgende Maasse der Hinterstränge.

	Breite		Dicke
	innen an der grauen Commissur.	oberflächlich zwischen dem Sulc. med. u. later. post.	
bei A	0,3‴—4‴	1,0‴	1,1‴
„ B	0,3‴—4‴	1,0‴—1,1‴	1,8‴
„ C	0,4‴	1,3‴—1,4‴	1,9‴
„ D	0,5‴—6‴	1,8‴—1,9‴	2,6‴
„ E	0,5‴	1,9‴—2,0‴	2,6‴—7‴

Vergleicht man diese Maasse mit den oben von Kölliker gegebenen, so ist die Breite der Hinterstränge innen an der Commissur (nur von einem einzelnen Hinterstrange gelten die Maasse) nahezu übereinstimmend mit den Figuren; die Breite der Hinterstränge, oberflächlich zwischen dem Sulcus medius und lateralis posterior an den Kölliker'schen Figuren gemessen, ergiebt aber Abweichungen in meinen und Kölliker's Ziffern. Bei A, B und C finde ich die Maasse auffallend grösser als Kölliker, bei D und E stimmen unsere Ziffern nahezu. Auch bei der Dicke der Hinterstränge differiren die von mir gefundenen Maasse der Kölliker'schen Figuren von der Kölliker'schen Zahlenreihe; bei A und B ist Kölliker's Angabe (bis auf 0,1‴) mit den Figuren übereinstimmend, bei C wieder (um 0,4‴) grösser, bei D kleiner (um 0,3‴), bei E aber (um 0,2‴) grösser als seine Figuren, respective meine Zahlen.

11) Die Maasse der Seitenstränge betreffend, so erscheinen auch hierbei Widersprüche zwischen den Figuren Kölliker's und dessen Messungen; so z. B. giebt er die Breite für A = 0,40—44‴; die für B = 0,36‴ an (s. p. 432, erste Zahlenreihe), und doch sieht man bei'm ersten Blick auf die genannten Figuren, dass die betreffenden Maasse von B grösser sind als die von A. Bei Ausmessung der Figuren Kölliker's nach dessen Angaben fand ich folgende Zahlen:

	Breite der Seitenstränge		
	am hervorragendsten Theil der grauen Substanz.		an der Wurzel des hinteren Horns.
bei A	0,3—4‴		0,5—6‴
„ B	0,4—5‴		1,3—4‴
„ C	1,2—3‴		1,3—4‴
„ D	0,9—1,0‴	(in d. Höhe d. Comm. ant.)	1,7—8‴
„ E	1,5—6‴	„ „ „ „ „ „	1,7—8‴

Vergleicht man diese Zahlen mit den oben mitgetheilten Kölliker's, so findet man in der ersten Columne ziemlich auffallende Differenzen. Bei A ist Kölliker's Maass um 0,1''' ohngefähr grösser, bei B und C um 0,1''' niedriger als die Ziffern meiner Maasse, Differenzen, die als ganz unbedeutend erscheinen; bei D ist eine Differenz von 0,2—3''', bei E wieder um 0,2'''; aber es folgt aus meinen Ziffern nicht die constante Zunahme der Seitenstränge an der von Kölliker gewählten Messungsstelle, wie bei Kölliker, sondern eine Verminderung in der Brustanschwellung. Und in der Zahlenreihe Kölliker's selbst ist die Ziffer bei A grösser als die bei B, was eigentlich — nach Kölliker — sich umgekehrt verhalten müsste.

In der zweiten Columne der obigen Zahlenreihe finden sich ebenfalls auffallende Differenzen zwischen Kölliker's und meinen Ziffern. A hat Kölliker nicht gemessen; bei B ist eine Differenz von 0,4'''—0,5''', bei C eine Differenz von 0,1'''—0,2''', bei D eine Differenz von 0,2'''—0,3''', um welche Kölliker's Zahlen höher sind als die meinigen, bei E keine Differenz. Meine Zahlenreihe stimmt sogar zum Vortheil, wenigstens nicht zum Nachtheil von Kölliker's Annahmen, Kölliker's Zahlenreihe aber offenbar zum Nachtheil seiner Annahme einer constanten Vermehrung der weissen Substanz in der betreffenden Richtung. Die Differenzen der dritten Columne wollen wir unbeachtet lassen. Vergleichen wir die an den Kölliker'schen Figuren gefundenen Ziffern, so können wir zwar mit Kölliker eine Zunahme der weissen Substanz des Rückenmarks in der Richtung von unten nach oben annehmen, aber — worauf es hier hauptsächlich ankommt — nicht eine **stetige** Zunahme.

Der Beweis für die Stetigkeit der Zunahme der weissen Substanz wird weder durch Kölliker's Zahlen, noch durch die von mir an Kölliker's Figuren gefundenen Maasse gegeben.

Die „Breite der Vorderstränge" betreffend, so zeigen Kölliker's Maasse „innen an der Commissur" (p. 431, erste Zahlenreihe) zwar die stetige Zunahme bei A, B, C und D; aber höher hinauf bei E findet keine Zunahme Statt, die letzten beiden Figuren D und E haben bei Kölliker die nämlichen Maasse (0,56'''). Ich habe aber oben (ad 7) gezeigt, dass das betreffende Maass für E kleiner ist als das für D, folglich hier einen Widerspruch gegen Kölliker's Schlüsse bildet; und selbst wenn Kölliker's Maasse richtig wären, so fände sich hier nicht einmal eine stetige Zunahme nach oben in den betreffenden Theilen. Denn die Maasse bei D und E sind gleich; die von E müssten aber eigentlich grösser sein als die von D. — Kölliker's Maasse für die „Breite der Vorderstränge am Eingang der vorderen Spalte" zeigen zwar eine constante Zunahme von unten nach oben. Indessen ich habe oben (ad 8) dargethan, dass diese Maasse willkürlich sind, und demnach nicht als Beweismittel benutzt werden können.

Die „Dicke der Vorderstränge" betreffend, so zeigen die Kölliker'schen Ziffern (dritte Zahlenreihe, p. 431) selbst nicht allein nicht die stetige Zunahme von unten nach oben, sondern nahezu das Gegentheil: B (mit 1,6''') ist grösser als C (mit 1,12'''), als D (mit 1,44''') und selbst als E (mit 1,32'''); wiederum ist die Ziffer für D höher als die für E, was doch umgekehrt sich verhalten müsste, wenn Kölliker's Schlüsse richtig wären. Ich habe oben (ad 9) gezeigt, dass diese Zahlenreihe Kölliker's sich an dessen Figuren nicht verificiren lässt; dass aber die an den Figuren Kölliker's von mir gefundenen Ziffern nur wenn sie an der Stelle, wo die vorderen Wurzeln austreten, ausgemessen werden, eine nahezu stetige Vermehrung der Vorderstränge in der Richtung von unten nach oben zeigen; an anderen Stellen aber nicht.

In Bezug auf die von Kölliker mitgetheilten Maasse der Hinterstränge giebt die erste Reihe („innen an der Commissur", p. 431) die constante Zunahme bei A, B, C und D; bei E hingegen findet sich, statt der Zunahme, eine Abnahme (von 0,75''' auf 0,50'''). Also beweist auch diese Zahlenreihe nichts für Kölliker's Annahme. Ich habe oben (ad 10) die Figuren Kölliker's an betreffender Stelle gemessen, und die von mir gefundenen Zahlen sprechen eher für Kölliker's Meinung; jedoch nicht so absolut, wie es zu solchen Schlüssen wünschenswerth ist. — Die zweite Reihe

der Kölliker'schen Messungen der Hinterstränge (Breite „oberflächlich zwischen dem Sulc. med. und lateral. posterior") zeigt die stetige Zunahme der Ziffern von unten nach oben. Auch die von mir an den Kölliker'schen Figuren genommenen Maasse, obwohl von denen Kölliker's differirend, zeigen doch die stete Zunahme der Ziffern von unten nach oben, wie bei Kölliker. Ein Gleiches gilt von der („Dicke der Hinterstränge" und der) dritten Columne der von Kölliker aufgestellten, wie der von mir gefundenen Ziffern; und wenn Alles so stimmte, wie in diesen beiden Zahlenreihen, so würde man Kölliker's Behauptung für besser gestützt halten müssen, als sie sich zeigt.

Was die Maasse der Seitenstränge betrifft, so ergiebt die Kölliker'sche erste Zahlenreihe (Breite „am hervorragendsten Theile der grauen Substanz", s. mikr. An. p. 432) nicht die stetige Ziffernzunahme von unten nach oben; A hat 0,40—44''' und B hat eine niedrigere Ziffer (0,36'''), statt eine höhere zu haben. Ich habe oben (ad 11) diese Maasse genauer besprochen, und obgleich Kölliker hier zu seinem eigenen Nachtheil bei B eine niedrigere Ziffer giebt, die in der That an der Figur sich höher zeigt, so sind doch die von mir durch Messung an den Kölliker'schen Figuren gefundenen Ziffern keineswegs stetig zunehmend von unten nach oben. — Also auch diese Zahlenreihe kann nicht als genügendes Beweismittel für Kölliker gelten. — Die zweite Reihe der Kölliker'schen Zahlen (Breite der Seitenstränge „an der Wurzel des hinteren Horns") ist ebenfalls nicht stetig von unten nach oben sich steigernd; D hat 2,0''', während E nur 1,81''' hat; die von mir gefundenen Maasse (s. o. ad 11) sprechen mehr zu Gunsten Kölliker's als dessen eigene Zahlen, indem die Maasse von D und E gleich erscheinen (1,7—8'''). Indessen genügt das nicht. Es fehlt die stete Steigerung der Ziffern von D bis E.

Wir sehen also, dass Kölliker's Maassbestimmungen ziemlich entfernt davon sind, den von ihm aufgestellten Satz zu beweisen, dass im Rückenmark die weisse Substanz von unten nach oben stetig zunehme.

Um die Critik der, meines Erachtens, unvollkommenen und ungenügenden Kölliker'schen Methode zur vergleichenden Bestimmung des Flächeninhalts der weissen Substanz in verschiedenen Höhen des Rückenmarks zu ergänzen — da es doch immer zweifelhaft bleibt, ob der Aufsall in den Ziffern der einen Columne durch den problematischen Ueberschuss in den Ziffern einer andern Maassrichtung in der Art compensirt werden kann, wie Kölliker (p. 432, s. o.) angiebt — so habe ich eine genaue Copie[64]) der Kölliker'schen Figuren auf einem gleichmässig dicken Papier genommen, die einzelnen Figuren ausgeschnitten, hiernach die graue Substanz (ebenfalls durch Ausschneiden mit einer feinen Scheere) sorgfältig von der weissen getrennt, alsdann die die weisse Substanz repräsentirenden Papiere u. s. w. auf einer feinen Waage gewogen; ich fand hierbei folgende Zahlen:

Figur.	Gewicht der ganzen Figur. Milligrammes.	Gewicht der weissen Substanz. Milligrammes.	Gewicht der grauen Substanz. Milligrammes.
A	10	—[65])	—[65])
B	20	11	9
C	15	12	3
D	30	20[66])	10
E	27	20[66])	7

[64]) Die Copie machte ich in folgender Weise: Ein Stückchen Glaspapier wurde über die Kölliker'schen Figuren gelegt, an den vier Ecken mit Mundleim befestigt, und mittelst einer feinen Radirnadel die Umrisse der weissen und grauen Substanz jeder einzelnen Figur in das Glaspapier genau radirt. Hierauf wurde das Glaspapier wieder abgenommen, die radirten Stellen mit Zinnober eingerieben, die eingeriebenen Stellen auf starkes Kupferdruckpapier durchgepaust, und dann mit Bleistift die Umrisse scharf gezeichnet. Man wird zugeben, dass die so erlangte Copie die Umrisse des Originals zeigt.

[65]) Wurde nicht gewogen, weil zur Lösung der Frage nicht erforderlich.

[66]) Die ausgeschnittenen Papiertheile, welche die „weisse Substanz" bezeichneten, hielten sich auf der Waage genau das Gleichgewicht.

Ich bemerke ausdrücklich, dass das gewalzte Papier überall gleichmässig dick, d. h. gleich schwer war, und dass 1□''' dieses Papiers 8 Milligrammes wog. Man wird mir zugeben, dass diese allerdings mit Mängeln behaftete Methode zwar nicht ein sicheres, doch mindestens ein eben so sicheres Resultat geben muss, als die Messungen, welche Kölliker zur Lösung der Frage anstellte.

Aus diesen Gewichtsbestimmungen erhellt, dass die weisse Substanz in Kölliker's Figuren zwar von unten nach oben zunimmt, aber nicht stetig, dass namentlich in der Brustanschwellung eine gleiche Masse weisser Substanz vorhanden ist, wie in der Höhe des 2. Halsnervenpaars, oder: dass von der Brustanschwellung aufwärts eine Vermehrung der weissen Substanz im Marke nicht Statt findet. Ich gebe gerne zu, dass bei der Kleinheit der Figuren die Methode der Wägung zur Bestimmung des Flächeninhalts keine mathematische Sicherheit bedingt, weil man weder der absoluten Gleichmässigkeit in Dicke und Schwere des Papiers sicher sein kann, noch auch bei'm Ausschneiden der ganzen Figuren und ihrer einzelnen Theile nicht Fehler vorkommen können, welche bald die weisse bald die graue Substanz anders trennen, als es den natürlichen Gränzen entsprechend ist. Auch gebe ich, selbst bei der empfindlichsten Waage, Fehler in der Wägung zu, welche ein Resultat, wobei es auf 2—3 Milligr. ankommt, immerhin schwierig oder unsicher machen. Ich habe deshalb auch die beiden Kölliker'schen Figuren D und E in dünn gewalztem Platinblech ausgeschnitten und gewogen. Es wog:

Figur.	Ganze Figur.	Weisse Substanz.	Graue Substanz.
D	143 Milligr.	100 Milligr.	43 Milligr.
E	134 „	108 „	26 „

Diese Zahlen sprechen ganz zu Gunsten von Kölliker's Ansicht, und stehen mit meinen Wägungen der Papier-Ausschnitte in Widerspruch. Indessen muss ich bemerken, dass ich die Differenz von 8 Milligrammes bei der Schwere des Materials nicht für eine genug bedeutende halte, um darin einen evidenten Widerspruch mit den Papiergewichten zu finden.

Um daher zu einer grösseren Sicherheit über diese Verhältnisse zu gelangen, habe ich an verschiedenen menschlichen und thierischen Rückenmarken, welche theils in Chromsäure theils in Weingeist gehärtet waren, Querabschnitte aus drei verschiedenen Stellen genommen, welche den Kölliker'schen Figuren C, D und E entsprechen, nämlich aus dem Dorsaltheile, aus der Mitte der Brustanschwellung und aus dem oberen Cervicaltheile des Rückenmarks. Die feinen Abschnitte wurden zwischen zwei Glasplatten verkittet, alsdann wurde ein Stückchen Glaspapier mit Siegellack unverrückbar fest über dem zu untersuchenden Abschnitt befestigt, und hernach wurden mittelst einer scharfen und feinen Kupferstecher-Radirnadel unter dem kleinen Schiek'schen Präparations-Mikroskop die Umrisse des Rückenmarksabschnitts so genau als möglich in das Glaspapier eingegraben; alsdann eben so die Umrisse der grauen Substanz scharf bezeichnet. Hiernach wurde das Glaspapier von den Glasplatten abgenommen, die radirten Stellen mit feinstem Zinnober eingerieben, und nun die betreffende Figur auf einem Stückchen gewalzten dünnen Platinblechs mit dem Finger überall fest angedrückt, so dass die radirten, mit Zinnober gerötheten Stellen die Oberfläche des Platins berührten, und durch den mechanischen Fingerdruck darauf abgedruckt wurden. So erhielt ich einen genauen Abdruck der Umrisse der die weisse und graue Substanz bezeichnenden Figuren des Glaspapiers auf dem Platinblech, in Form feiner rother Linien. Diese letzteren wurden nun mit einer Radirnadel scharf in das Platinblech eingegraben, alsdann wurde erst die ganze Figur mit einer guten Scheere sorgfältig ausgeschnitten, und hernach auf der Waage gewogen. Hierauf wurden die, die graue Substanz repräsentirenden, Theile des Platinstückchens eben so sorgfältig ausgeschnitten und von den die weisse Substanz repräsentirenden Theilen des Platinstückchens getrennt, alsdann jedes einzeln gewogen (erst weisse, dann graue Substanz) und auf solche Weise erhielt ich folgende Resultate:

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks so wie der weissen und grauen Substanz, ausgedrückt in den Gewichten gewalzten (gleichmässig dicken) Platinblechs, von der Form der wirklichen Querabschnitte der betreffenden Theile in verschiedenen Rückenmarks-Höhen.

	Gewicht des ganzen Abschnitts.	Gewicht der weissen Substanz.	Gewicht der grauen Substanz.
	Milligrammes.	Milligrammes.	Milligrammes.
1) Rückenmark einer 26jährigen Frau, in Chromsäure gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	60	50	10
„ „ „ „ „ cervic. VI	102	75	27
„ „ „ „ „ „ III	82	70	12
2) Rückenmark eines Mannes von 72 Jahren, in Weingeist gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	65	55	10
„ „ „ „ „ cervic. VI	134	104	30
„ „ „ „ „ „ II	99	78	21
3) Rückenmark eines 48 Jahre alten Mannes, in Weingeist gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	67	58	9
„ „ „ „ „ cervic. V	115 (auffallend klein)	98	17
„ „ „ „ „ „ III	105	90	15
4) Rückenmark eines 3 Wochen alten Kalbs, in Chromsäure gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. VII	80	70	10
„ „ „ „ „ cervic. VII	155	115	40
„ „ „ „ „ „ II	95	72	23

Bei den übereinstimmenden Resultaten dieser Wägungen, aus welchen hervorgeht, dass der Flächeninhalt der weissen Substanz in der Mitte der Brustanschwellung grösser ist als derjenige der weissen Substanz in dem obersten Halstheile des Rückenmarkes, muss dieser Satz als Thatsache anerkannt werden. Man könnte bei dem ersten Rückenmark einwenden, der Unterschied beider Substanzen in D und E betrage nur 5 Milligrammes, und sei nicht auffallend genug; dagegen tritt im zweiten Fall eine desto grössere Differenz auf, von 26 Milligrammes; im dritten Fall war wiederum der Unterschied nur 8 Milligrammes. Man könnte wegen dieser auffallenden Verschiedenheit diese ganze Methode in Bezug auf ihren Werth für sehr untergeordnet halten, weil die Resultate nicht mehr annähernd gleich erscheinen. Und es ist allerdings auffallend, dass die betreffenden Variationen in verschiedenen Rückenmarken so bedeutend sind. Indessen genügt ein Blick auf den Querabschnitt des Kalbs-Rückenmarks, um zu erkennen, dass die weisse Substanz in der Brustanschwellung diejenige im oberen Halstheil des Rückenmarks bedeutend übertrifft. In der That wiegt auch eine gleich dicke Scheibe weisser Substanz aus der Brustanschwellung allein mehr als eine solche aus weisser und grauer Substanz des oberen Halstheils zusammengenommen (115 : 95), und der Flächeninhalt der weissen Substanz ist nahezu noch ein Mal so gross in der Brustanschwellung, als im oberen Halstheil des Rückenmarks.

Nehmen wir zu diesen Thatsachen noch diejenigen, welche ich aus den Wägungen und planimetrischen Messungen der 15fach vergrösserten Abbildungen des menschlichen und thierischen Rückenmarks ermittelt habe, und welche mit den oben gegebenen in vollkommener Uebereinstimmung sind, und fügen wir auch noch die directen Flächeninhalts-Bestimmungen der nämlichen Rückenmarksabschnitte, welche zu obigen Wägungen benutzt wurden, hinzu, so erscheint ein genügendes Material zur Beurtheilung dieser Verhältnisse. Diese Flächeninhaltsbestimmungen, mit Maassstab und Cirkel möglichst genau ausgeführt, und darnach berechnet, ergaben die folgenden Resultate:

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks so wie der weissen und grauen Substanz, direct bestimmt durch Messung der Querdurchschnitts-Flächen (Querabschnitte) in verschiedenen Rückenmarks-Höhen.

	Flächeninhalt		
	Ganzer Abschnitt.	Weisse Substanz.	Graue Substanz.
1) Rückenmark einer 26jährigen Frau, in Chromsäure gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	10,□'''55	9,□'''08	1,□'''47
„ „ „ „ „ cervic. VI	18,□'''31	13,□'''21	5,□'''10
„ „ „ „ „ „ III	14,□'''53	11,□'''39	3,□'''14
2) Rückenmark eines Mannes von 72 Jahren, in Weingeist gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	10,□'''55	8,□'''88	1,□'''67
„ „ „ „ „ cervic. VI	23,□'''02	18,□'''70	4,□'''32
„ „ „ „ „ „ II	17,□'''90	14,□'''76	3,□'''14
3) Rückenmark eines 48 Jahre alten Mannes, in Weingeist gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. III	11,□'''46	9,□'''99	1,□'''47
„ „ „ „ „ cervic. V	18,□'''66	15,□'''32	3,□'''34
„ „ „ „ „ „ III	17,□'''67	15,□'''31	2,□'''36
4) Rückenmark eines 3 Wochen alten Kalbs, in Chromsäure gehärtet:			
aus der Provinz des N. dorsal. VII	13,□'''08	11,□'''41	1,□'''67
„ „ „ „ „ cervic. VII	27,□'''15	19,□'''89	7,□'''26
„ „ „ „ „ „ II	17,□'''72	14,□'''18	3,□'''54

Es bedarf keiner besonderen Erörterung, um die Uebereinstimmung dieser Maassbestimmungen mit den Resultaten der Wägungen wenigstens im Allgemeinen und Groben darzuthun.

Ich will schliesslich noch bemerken, dass in Kölliker's bildlichen Darstellungen die Figuren D und E, welche Brustanschwellung und oberen Halstheil repräsentiren, auflallend gross sind, und zwar so unverhältnissmässig gross, wie ich solche an dem Rückenmarke eines Menschen niemals gefunden habe. So misst der Querdurchmesser der Figur D (p. 431, Fig. 130, mikr. Anat.) = 15 Millimètres, und der Dickedurchmesser (von vorn nach hinten) = 11 Millimètres.

In Fr. Arnold's Tabulae anatomicae, Fasc. I, Tab. II, findet man in Fig. 17—20 die Querdurchschnitts-Flächen vom frischen (also durch Härtung nicht condensirten und verkleinerten) Rückenmark einer erwachsenen Frau. In der grössten Figur (18) misst das Rückenmark = 13 Millimètres Breite, und 10 bis 10½ Millimètres Dicke. Hiermit stimmen auch die Maasse meiner Querabschnitte im Ganzen überein. — Bei Kölliker misst die Fig. E in der Quere = 13½ Millimètres; in der Dicke = 10½—11 Millimètres. Bei Arnold (Fig. 16) beträgt die Breite der analogen Figur = 11 Millimètres, die Dicke = 10 Millimètres. Auch was diese Figur betrifft, so stimmen meine Maasse mit denen Arnold's mehr überein. Ich habe diese Punkte nur deshalb hervorgehoben, um zu zeigen, dass der Augenschein, wie ihn Kölliker's Figuren bieten, und selbst die Maasse, welche sich an ihnen entnehmen lassen, nicht ohne Weiteres als entscheidend betrachtet werden dürften; während anderer Seits nicht in Abrede zu stellen ist, dass, wenn die Resultate der Messungen und der Wägungen so mit einander stimmen, wie dieses in meinen eben mitgetheilten Untersuchungen der Fall ist, die einen durch die anderen gewinnen.

Demnach muss man zugeben, dass aus den von Kölliker gebrachten Thatsachen, auch in dieser Weise geprüft, eine stetige Zunahme der Gesammtmasse der weissen Substanz des Markes von unten nach oben nicht folgt, und dass die graue Substanz allein keineswegs die mehrmalige Zu-

und Abnahme der Dicke des Rückenmarks bedingt. Die Entwickelung derselben in den Anschwellungen ist zuzugeben, zum Theil selbst in dem von Kölliker behaupteten, jedoch nicht für alle Schichten der Anschwellungen gültigen Maasse. Es bedarf daher auch keiner genaueren Critik der von Kölliker gegebenen Dimensionen der grauen Substanz, welche ich im Allgemeinen als richtig zugeben will.

Alles zusammengenommen können wir also — wenn die oben von mir erlangten Resultate, welche den Flächeninhalt der weissen Substanz des Rückenmarks bestimmen, als genau angesehen werden — die Resultate, welche sich aus Kölliker's Figuren und Messungen ergeben, nur in einer gewissen Beziehung als mit den meinigen in Einklang stehend ansehen; d. h. aus beiden geht eine Zunahme der weissen Substanz im Mark von unten nach oben im Allgemeinen hervor, aber nicht eine stetige; und oberhalb der Brustanschwellung ist, nach meinen Flächeninhalts-Bestimmungen, sogar eine Abnahme vorhanden, jedoch im Vergleich zum Dorsaltheil und tieferen Stellen eine Zunahme.

Hiernach scheint es mir, dass Kölliker's Ausspruch: „dass das Mark am oberen Halstheil mehr weisse Substanz enthält als an allen übrigen Stellen, und dass die Zunahme desselben continuirlich von unten nach oben erfolgt,“ [67]) zu beurtheilen, resp. zu modificiren sei.

Kölliker suchte nun ferner „das Verhältniss der weissen Substanz am oberen Halstheile zu den peripherischen Nerven“ zu bestimmen. Er sagt [68]): „Ich habe zu dem Ende die Volkmann'schen Messungen bei'm Menschen angestellt und an einer männlichen und weiblichen Leiche alle Rückenmarkswurzeln der linken Seite bestimmt. Ich hielt mich hierbei nicht an die einzelnen Wurzelfasern, wie sie aus den Sulci laterales herauskommen, weil die Durchschnitts-Flächen derselben ihrer Zartheit und abgeplatteten Gestalt wegen sich schwer bestimmen lassen, sondern an die Stämme der Wurzeln vor ihrem Durchtritt durch die dura mater, die ihrer geringen Zahl und ziemlich drehrunden Gestalt wegen sich leichter messen liessen. Dieselben wurden von den Gefässen und der Arachnoidea möglichst gereinigt, und dann mit dem (freilich zarten) Neurilem in ihren Durchmessern möglichst genau bestimmt, jedoch so, dass die Zahlen eher etwas zu gross als zu klein ausfielen.“ Kölliker theilt nun in einer alsbald folgenden Tabelle den aus den gefundenen Durchmessern berechneten Flächeninhalt in □''' mit. In den Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, 1850, pag. 201, giebt Kölliker auch die Tabellen der Maasse (die Durchmesser), die ich hier übergehe. Bevor ich aber Kölliker's Messungen und die von Kölliker aus diesen Messungen gezogenen Schlüsse mittheile, will ich auf folgende Punkte aufmerksam machen:

1) Kölliker sagt nicht, ob er die Messungen an frischem, nicht gehärteten, oder an in Chromsäure gehärtetem Rückenmark, resp. dessen Nervenwurzeln angestellt hat. Sind nicht gehärtete Nervenwurzeln angewandt worden, so treten gewisse Mängel bei diesen Messungen auf; sind gehärtete gebraucht worden, so erscheinen Mängel anderer Art, worüber ich alsbald genauer zu reden habe.

2) Kölliker maass die Nervenwurzeln vor ihrem Durchtritt durch die Dura mater, wo sie wegen „ziemlich drehrunder“ Gestalt etc. leichter zu bestimmen sind. Wenn man an gehärteten Nervenwurzeln die wirklichen Durchschnitts-Flächen untersucht, so findet man die verschiedensten, oft sehr unregelmässigen, selten oder nie eine kreisrunde oder drehrunde Gestalt darbietenden Querdurchschnitts-Flächen. Die Härtung in Chromsäure, welche die Nervenwurzeln gleichmässig condensirt, und daher ihre Gestalt nicht wesentlich bei der Härtung verändert, bietet ein vielleicht ganz sicheres Mittel dar, um die ursprüngliche oder natürliche Gestalt der Nervenwurzeln resp. ihrer Durchschnitts-Flächen kennen zu lernen. Nun lassen sich zwar die gehärteten Nervenwurzeln (eben so wie feine Querabschnitte derselben), Behufs der Messung und Flächeninhalts-Bestimmung, unter dem Mikroskope

[67]) Kölliker, Mikr. Anat., p. 432.

[68]) Kölliker, Mikr. Anat., p. 432; Würzburger Verhandl. 1850, p. 200, ff.

handhaben, ohne dass man eine auffallende Veränderung ihrer Gestalt zu fürchten hat. Diese Vorzüge fallen aber bei der Messung nicht gehärteter Nervenwurzeln hinweg, ihrer Weicheit wegen; und wird von solchen Nervenwurzeln die Arachnoidea sammt den Gefässen entfernt, so leidet ebenfalls ihre ursprüngliche Gestalt mehr oder weniger durch die anatomische Manipulation, wie denn durch die anderweite Behandlung, Behufs der mikroskopischen Messung, von dem Moment ihrer Ablösung vom Rückenmark an bis zu dem Momente der Messung ihre ursprüngliche Gestalt ebenfalls verändert werden muss. Wenn man also den Durchmesser eines frischen, nicht gehärteten Nervenwurzelbündels unter dem Mikroskope bestimmen will, so ist es nicht gestattet, vorauszusetzen, dass das betreffende Wurzelbündel eine drehrunde Gestalt habe. Es ergiebt sich also mit genügender Evidenz, dass eine Berechnung des Flächeninhalts der Nervenwurzeln, welche auf der genannten unrichtigen Voraussetzung beruht, nothwendig mehr oder weniger bedeutende Fehler involviren muss, die vermieden werden, sobald man den Flächeninhalt der Nervenwurzeln nach der von mir (pag. 346) geübten Methode bestimmt. Will man aber die einzelnen Bündel gehärteter Nervenwurzeln unter dem Mikroskope messen, so wird man auch in diesem Falle niemals ein genaues Resultalt erhalten, weil jene nicht regelmässige Cylinder bilden.

Hieraus folgt, dass in den Berechnungen Kölliker's, mögen sie nun an frischen oder an in Chromsäure gehärteten Nervenwurzeln angestellt worden sein, eine Fehlerquelle von mehr oder weniger Bedeutung enthalten ist, indem er den Flächeninhalt von als drehrund supponirten Nervenwurzeln berechnete, obgleich in der Wirklichkeit die Gestalt der Nervenwurzeln fast niemals drehrund ist, sondern die verschiedenartigsten Formen zeigt. Kölliker hat also zwar den einen Fehler vermieden, durch Bestimmung einzelner Wurzelfasern (nach Volkmann) fast eben so viele ungenaue Maasse zu finden als Wurzelfasern gemessen wurden, ist aber dem anderen Fehler nicht ausgewichen, den ich eben bezeichnet habe.

3) Kölliker liess das Neurilem an sämmtlichen Nervenwurzeln, und sorgte dafür, dass bei der Messung die Zahlen „eher zu gross als zu klein ausfielen". Da das Neurilem eine Verdickung erzeugt, so hätte Kölliker, umgekehrt, die Maasse eher etwas zu klein als zu gross ausfallen lassen können, alsdann würden seine Maassbestimmungen der Wirklichkeit sich mehr genähert haben. Wenn man an in Chromsäure gehärteten Nervenwurzeln die Gefässe und Arachnoidea entfernt hat, was mit Hülfe zweier feiner Nadeln leicht ausführbar ist, so kann man ausserdem eine grosse Menge von Bindegewebe zwischen den einzelnen Nervenfibrillen finden, dessen Entfernung ebenfalls um so leichter ist, je härter die Nervenwurzeln sind. Auch kann man einen guten Theil des Neurilems mit den Nadeln entfernen, ohne die Gestalt der Nervenwurzeln auffallend zu stören. Auf diese Weise sieht man eine oft auffallend grosse Masse von Bindegewebe, welche die Stämme der Nervenwurzeln innerhalb der Dura mater theils äusserlich umgiebt, theils durchsetzt. Es begreift sich leicht, dass bei einer Messung der Nervenwurzeln inclusive dieses Bindegewebes und Neurilems die Ziffern unverhältnissmässig grösser ausfallen müssen, als wenn jene Bindegewebetheile entfernt sind. Es ist aber bei Kölliker's Maassen speciell zu berücksichtigen, dass er absichtlich solche lieber zu gross ausfallen lassen wollte, um bei der späteren Vergleichung des Flächeninhalts der Nervenwurzeln und der weissen Substanz des Rückenmarks den Fehler zu vermeiden: einen zu geringen Flächeninhalt der Nervenwurzeln angenommen zu haben.

Da die Entfernung des Bindegewebes an gehärteten Rückenmarks-Nervenwurzeln sehr leicht ist, so scheint es mir, dass Kölliker, der das Neurilem von den Nervenwurzeln nicht entfernte, seine Untersuchungen an frischen, nicht gehärteten Wurzeln angestellt hat, an welchen allerdings das Bindegewebe fester haftet.

Aus dem Mitgetheilten dürfte eine andere Fehlerquelle hervorgehen, welche sich bei den Messungen Kölliker's findet.

Folgendes ist nun die von Kölliker gegebene Tabelle:

Uebersicht des Flächeninhalts der Nervenwurzeln der linken Seite, nach Kölliker (Mikr. Anat. p. 433) ausgedrückt in □'''.

		Weib:		Mann:	
		Motorische Wurzeln.	Sensible Wurzeln.	Motorische Wurzeln.	Sensible Wurzeln.
Cervic.	I	0,237	0,053	0,196*)	0,085
„	II	0,237	0,683	0,237	0,738
„	III	0,125	0,607	0,158	0,553
„	IV	0,212	0,607	0,107	0,384
„	V	0,441	0,607	0,341	0,738
„	VI	0,341	0,785	0,352	1,187
„	VII	0,352	0,949	0,553	1,388
„	VIII	0,196	0,949	0,352	1,130
Thoracic.	I	0,237	0,518	0,196	0,553
„	II	0,166	0,282	0,107	0,282
„	III	0,180	0,264	0,113	0,196
„	IV	0,125	0,228	0,125	0,196
„	V	0,158	0,196	0,096	0,212
„	VI	0,125	0,180	0,180	0,341
„	VII	0,125	0,228	0,180	0,341
„	VIII	0,158	0,228	0,180	0,341
„	IX	0,173	0,228	0,173	0,321
„	X	0,173	0,282	0,151	0,352
„	XI	0,196	0,282	0,196	0,362
„	XII	0,188	0,341	0,180	0,341
Lumbalis	I	0,220	0,341	0,180	0,373
„	II	0,331	0,406	0,204	0,465
„	III	0,384	0,502	0,477	0,553
„	IV	0,441	0,949	0,384	0,785
„	V	0,453	1,074	0,384	0,882
Sacralis	I	0,441	0,949	0,553	1,388
„	II	0,096	0,341	0,311	0,785
„	III	0,031	0,212	0,049	0,228
„	IV	0,025	0,085	fehlte	0,096
„	V	0,001	0,015	fehlte	0,045
Coccygeus		0,001	0,001	0,007	0,007
Summa		6,584	13,440	6,959	15,660

Summa aller Wurzeln einer Seite . . Mann: 22,620 . . Weib: 20,025.
„ „ „ beider Seiten . . „ 45,240 . . „ 40,050.

Betrachtet man nun die allgemeinen Resultate der Kölliker'schen Messungen, so findet man:

1) Der Flächeninhalt der Nervenwurzeln nimmt, vom N. coccygeus aufwärts, bei'm Manne bis zum Sacralis I, bei der Frau bis zum Lumbalis V, in stetiger Proportion zu, ohne Ausnahme, und von den aus der Lendenanschwellung entspringenden Nerven hat bei'm Manne der N. sacralis I, bei der Frau der N. lumbalis V die höchste Ziffer des Flächeninhalts.

*) Kölliker theilt die Berechnungen bis in die 6. Decimalstelle mit, wie Volkmann; ich habe nur 3 Decimalstellen derselben hier genommen, da die weiteren ohne Werth sind, wie sich aus der Folge noch ergeben wird.

2) Vom Sacralis I (bei'm Manne) oder vom Lumbalis V (bei der Frau) aufwärts nimmt der Flächeninhalt der sämmtlichen Nervenwurzeln in stetiger Progression wieder ab, durch sämmtliche Nervi lumbales hindurch (mit einer einzigen Ausnahme im N. lumbalis III des Mannes).

3) In sämmtlichen Nervis dorsalibus, mit Ausnahme des N. dorsalis I, nehmen — bei der Frau — die Ziffern des Flächeninhalts noch bedeutender ab; bei'm Manne ebenso — mit Ausnahme des N. dorsal. XI; und wenn man die 2 bis 3 untersten Rückenmarksnerven und den obersten Halsnerven (bei'm Manne auch noch den Nerv. cervic. IV) ausnimmt, so zeigen die N. dorsales II—XII den geringsten Flächeninhalt der Rückenmarksnerven.

4) Vom N. dorsalis II oder I aufwärts bis zum N. cervicalis VII nehmen die Nervenwurzeln in fast stetiger (jedoch nicht absolut stetiger) Progression an Flächeninhalt zu, und erreichen in diesem Nerven (VII) die höchste Ziffer des Flächeninhalts unter allen aus der Brustanschwellung entspringenden Nervenwurzeln.

5) Oberhalb des N. cervicalis VII tritt wieder eine Abnahme des Flächeninhalts der Halsnerven ein, und zwar — mit Ausnahme des N. cervical. II bei Mann und Frau — in nahezu steter Progression.

6) Der N. cervical. II zeigt eine auffallende Zunahme des Flächeninhalts, verglichen mit den übrigen der vier obersten Halsnerven.

7) Die absolut höchste Ziffer des Flächeninhalts erscheint an einen von zweien Nerven gebunden; sie tritt bald in den Nervenwurzeln der Brustanschwellung, im N. cervicalis VII (bei'm Manne 1,□'''94), bald in einem der aus der Lendenanschwellung entspringenden Nervenwurzeln (Frau 1,□'''39), im N. sacralis I auf.

8) Von den Dorsalnerven hat der N. dorsalis V (bei'm Manne) oder VI (bei der Frau) den geringsten Flächeninhalt.

9) In den meisten Nerven besitzen die hinteren Wurzeln einen grösseren Flächeninhalt als die vorderen. Eine Ausnahme macht der N. cervicalis I, bei'm Manne wie bei der Frau.

10) Der oberste Halsnerve hat einen noch geringeren Flächeninhalt als der dünnste Dorsalnerve (V bei'm Manne, VI bei der Frau).

11) Der Flächeninhalt der hinteren Nervenwurzeln verhält sich zu dem der vorderen bei der Frau = 13 : 6 im Groben genommen, oder = 2 : 1; bei dem Manne = 15 : 7 im Groben, also auch = 2 : 1.

Vergleicht man diese allgemeinen Resultate, welche ich aus den Kölliker'schen Messungen gezogen, mit denjenigen, welche ich aus meinen eigenen Messungen erlangt habe (s. o. p. 357, 358), so findet man solche in den Hauptsachen fast ganz übereinstimmend. Ich habe die einzelnen Sätze absichtlich in fast denselben Worten formulirt, in denen ich die Schlüsse aus meinen eigenen Messungen gezogen habe. Damit man aber leicht in den Stand gesetzt sei, nicht blos die allgemeineren Resultate der Messungen Kölliker's, sondern auch die speciellen Messungs-Ergebnisse desselben an den einzelnen Nervenwurzeln, mit meinen eigenen früher (p. 348 bis 351) mitgetheilten Flächeninhalts-Bestimmungen genauer zu vergleichen, so habe ich die mittelst der Planimetrie erlangten Maasse des Flächeninhalts der Nervenwurzeln, welche oben (p. 351) in □Millimètres ausgedrückt sind, in Pariser □''' (wie Kölliker) berechnet, und in der hier folgenden tabellarischen Uebersicht mitgetheilt.

Flächeninhalt der Nervenwurzeln einer 26-jährigen Frau,

berechnet aus den planimetrischen Messungen der 26-fach linear vergrösserten Abbildungen der Querdurchschnittsflächen derselben.

Bezeichnung der Nervenwurzeln		Berechnung in □''' Par. ausgedrückt.					
		Vordere Wurzeln		Hintere Wurzeln		Summe der vorderen und hinteren Wurzeln	
		rechter Seite	linker Seite	rechter Seite	linker Seite	der rechten Seite	der linken Seite
Cervicalis	I.	0,14	0,12	0,07	0,07	0,21	0,19
„	II.	0,28	0,26	0,37	0,42	0,65	0,68
„	III.	0,13	0,15	0,36	0,30	0,49	0,45
„	IV.	0,18	0,20	0,27	0,27	0,45	0,47
„	V.	0,57	0,55	0,49	0,44	1,06	0,99
„	VI.	0,57	0,50	0,88	0,87	1,45	1,37
„	VII.	0,50	0,41	0,77	0,74	1,27	1,15
„	VIII.	0,43	0,36	0,80	0,81	1,23	1,17
Dorsalis	I.	0,23	0,23	0,39	0,49	0,62	0,72
„	II.	0,11	0,10	0,19	0,22	0,30	0,32
„	III.	0,09	0,09	0,16	0,19	0,25	0,28
„	IV.	0,13	0,11	0,12	0,14	0,25	0,25
„	V.	0,12	0,13	0,14	0,15	0,26	0,28
„	VI.	0,11	0,10	0,12	0,14	0,23	0,24
„	VII.	0,10	0,11	0,11	0,14	0,21	0,25
„	VIII.	0,14	0,12	0,15	0,17	0,29	0,29
„	IX.	0,13	0,14	0,16	0,17	0,29	0,31
„	X.	0,11	0,13	0,15	0,16	0,26	0,29
„	XI.	0,12	0,10	0,16	0,19	0,28	0,29
„	XII.	0,11	0,11	0,19	0,17	0,30	0,28
Lumbalis	I.	0,12	0,12	0,28	0,24	0,40	0,36
„	II.	0,14	0,14	0,25	0,30	0,39	0,44
„	III.	0,27	0,31	0,42	0,50	0,69	0,81
„	IV.	0,62	0,52	0,60	0,69	1,22	1,21
„	V.	0,42	0,40	0,65	0,66	1,07	1,06
Sacralis	I.	0,44	0,52	0,74	0,78	1,18	1,30
„	II.	0,56	0,54	0,97	1,08	1,53	1,62
„	III.	0,27	0,23	0,46	0,49	0,73	0,72
„	IV.	0,09	0,06	0,23	0,24	0,32	0,30
„	V.	0,04	0,02	0,13	0,09	0,17	0,11
Coccygeus		0,01	0,005	0,03	0,02	0,04	0,02
Summa		7,28	6,88	10,81	11,34	18,09	18,22
Summa aller Wurzeln beider Seiten						36,31	
Nervus Accessorius Willisii						0,17	0,12
Nervus Trigeminus						2,81	2,49
Summa sämmtlicher Spinalnerven						41,90	

Die zwischen Kölliker's allgemeinen Resultaten, welche ich p. 670, 671, sub 1—11, conform mit den meinigen (p. 357, 358) formulirt habe, und den meinigen Statt findenden Differenzen sind:

ad 1) Der Flächeninhalt nimmt in meinen Ziffern um 1—2 Nervengebiete weniger, in der Richtung aufwärts, zu (nur bis Sacral. II) als bei Kölliker, und daher kommt die höchste Ziffer in meinen Messungen auf den N. sacr. II, bei Kölliker auf den N. sacr. I oder lumbal. V;

ad 2) keine Differenz;

ad 3) ebenfalls keine oder kaum eine Differenz;

ad 4) die Zunahme in meinen Ziffern geht um ein Nervengebiet höher (bis Cervic. VI) als bei Kölliker, umgekehrt wie in der Lendenanschwellung; daher die höchste Ziffer der aus der Brustanschwellung entspringenden Nerven bei mir auf den N. cervic. VI, bei Kölliker auf den Cervic. VII fällt;

ad 5) keine Differenz;

ad 6) desgleichen;

ad 7) ebenfalls keine andere Differenz, als dass die höchste Ziffer des Flächeninhalts in den Nerven der Brustanschwellung bei Kölliker auf den zunächst tiefer entspringenden (Cervic. VII) Nerven, in denjenigen der Lendenanschwellung aber auf den zunächst höher entspringenden (N. sacr. I, resp. lumb. V) Nerven fällt, als in dem von mir gemessenen Rückenmarke;

ad 8) übereinstimmend mit Nr. 9 meiner Sätze, keine oder fast keine Differenz;

ad 9) übereinstimmend mit Nr. 11 meiner Sätze, keine oder fast keine Differenz; in meinen Messungen gehören noch der Cervic. V, Dorsal. IV und Lumbal. IV zur Categorie des N. cervic. I in genannter Beziehung, was bei Kölliker nicht der Fall ist;

ad 10) übereinstimmend mit Nr. 10 meiner Sätze; keine oder fast keine Differenz;

ad 11) analog mit Nr. 12 meiner Sätze; hier ist eine Differenz: die Ziffern der hinteren Wurzeln sind bei Kölliker grösser als die meinigen.

Vergleichen wir aber im Speciellen die von Kölliker gefundenen Zahlen mit den meinigen, so finden wir — nach Ausweis der beiden von Kölliker und von mir (p. 670, 672) aufgestellten Tabellen — allerdings nicht unbedeutende Differenzen. Eine specielle Detaillirung derselben würde indessen zwecklos sein, um so mehr, da eine Vergleichung unserer Zahlen solche von selbst ergiebt; ich hebe darum nur die hauptsächlichsten hervor.

a) Die Summe aller motorischen Wurzeln linker Seite beträgt

nach Kölliker: 6,□'''584,
nach meiner Messung: . . . 6,□'''884.

Die hier stattfindende Differenz ist so gering, dass man eine fast völlige Uebereinstimmung unserer Ziffern annehmen darf.

b) Die Summe aller sensiblen Wurzeln linker Seite beträgt

nach Kölliker: 13,□'''440,
nach meiner Messung: . . . 11,□'''34.

Hier ist zwar eine notable Differenz; dieselbe kann aber nicht bedeutend genannt werden. Bei'm Manne messen die sensiblen Wurzeln der linken Seite nach Kölliker . . . 15,□'''660, während die motorischen fast eben so viel wie bei der Frau (6,□'''959) betragen. Hier wäre also eine bedeutende Differenz sowohl von meinen Zahlen, als es auch auffallend sein muss, dass nur die hinteren Nervenwurzeln des Mannes, und nicht die vorderen gleichzeitig auffallend, mehr Flächeninhalt haben als die der Frau.

c) Die Summe aller Wurzeln einer Seite beträgt

nach Kölliker, bei der Frau 20,□'''025,
" " bei'm Manne 22,□'''620,
nach meiner Messung (Frau) 18,□'''22.

Auch hier tritt die Differenz merklich auf, doch noch immer nicht sehr bedeutend.

d) Die Summe aller Wurzeln beider Seiten beträgt

nach Kölliker, bei'm Manne 45,□'''240,

„ „ „ Weibe 40,□'''050,

nach meiner Messung, bei'm Weibe 36,□'''31.

Hier ist also schon eine bedeutende Differenz, und Kölliker's Ziffern, namentlich die bei'm Manne, sind fast um 1/4 grösser als die meinigen, die bei der Frau um 1/9 grösser als die von mir gefundenen Zahlen des Flächeninhalts. Erwägt man aber, dass Kölliker die Zahlen „eher zu gross als zu klein ausfallen" liess, und dass die ebengenante grosse Differenz nur hervortritt, wenn man die Ziffer für den Flächeninhalt der Wurzeln beider Seiten vergleicht, wo die Differenzen sich um das Doppelte vergrössern; erwägt man ferner, dass Kölliker's Messungen noch den einen Nachtheil haben, dass sie nur die Wurzeln der linken Seite und nicht die der rechten betreffen — welche letztere bei den von ihm untersuchten Individuen vielleicht eine niedrigere Ziffer des Flächeninhalts boten als die der linken Seite, und also eher ausgleichend für jene Differenzen von meinen Messungen gewesen wären, als nach der von Kölliker befolgten Annahme, worin deren Flächeninhalt demjenigen der linken Seite gleich gesetzt wurde — alsdann muss man zugeben, dass die von Kölliker gefundenen Ziffern mit den von mir angegebenen Zahlen des Flächeninhalts der Nervenwurzeln im Ganzen ziemlich übereinstimmen.

Kölliker sagt nun p. 434 weiter: „Stellt man den gefundenen Werthen die der weissen Substanz des Markes selbst entgegen, so zeigt sich Folgendes: Das Rückenmark des weiblichen Individuums besass, genau gemessen, in der Höhe des 2. Halsnerven 4 1/3''' Breite und 4''' Dicke, was — das Ganze als Ellipse berechnet — eine Durchschnitts-Fläche von 13,□'''60 giebt. Rechnet man hiervon 1/4 für die graue Substanz ab, was auf jeden Fall nicht zu wenig ist, so bleiben 10,□'''20 ... für die weisse Substanz selbst. Das Mark des männlichen Individuums war an derselben Stelle 5 1/3''' breit, 4 2/3''' dick, was eine Durchschnittsfläche von 19,□'''53 ... und, 1/4 derselben für die graue Substanz abgezogen, 14,□'''65 ... als Flächeninhalt der weissen Substanz ergiebt. Mit der Gesammtfläche aller Wurzeln verglichen sind nun diese Zahlen freilich sehr unbedeutend, und bestätigen auf den ersten Blick die Volkmann'sche Hypothese ganz, allein es ist nun noch ein sehr wichtiges Moment in Rechnung zu bringen, nämlich die Verschmälerung der Nervenröhren der Wurzeln bei ihrem Eintritte und weiteren Verlaufe im Marke, welches Volkmann zwar nicht übersah (p. 485, l. c.), aber nicht weiter würdigte. Dass die Wurzeln bei'm Eintritt in's Mark sich verschmälern, ist seit Ehrenberg und Valentin eine bekannte Sache, weniger dass auch die mittlere Breite der longitudinalen Fasern des Marks von denen der Wurzeln abweicht; doch giebt schon Volkmann an, dass die mittlere Breite der Fasern des Rückenmarks des Frosches 0,00015'', die der Nervenwurzeln 0,00039'' betrage. Auch Valentin stellte schon früher, freilich ohne die Sache durch Zahlen zu belegen, die grössere Dünne der Nervenröhren im Mark, verglichen mit denen der Wurzeln, als ein allgemein gültiges Gesetz auf, und benutzte dasselbe auch schon, um zu zeigen, dass das Volumen der Centraltheile nicht gerade nach Maassgabe der Zahl der peripherischen Nerven steigen müsse [69]). In der neuesten Zeit hebt derselbe Autor diese Verschmälerung neuerdings mit Bestimmtheit hervor [70]), und ist der Ansicht, dass sich von dieser Seite her gerechte Bedenken gegen die Volkmann'sche Hypothese erheben, und in der That mit Recht, denn alle Berechnungen der Durchschnitts-Flächen sind ohne Werth, wenn man nicht auch weiss, wie die Fasern an verschiedenen Orten sich verhalten. Aus diesem Grunde habe ich, da für den Menschen nur wenige hierauf bezügliche Angaben vorlagen, die Durchmesser der Fasern in den Wurzeln und im Marke möglichst genau zu bestimmen gesucht. Für die Wurzeln muss ich Henle (p. 669) fast ganz beistimmen. In den vorderen Wurzeln herrschen, wie auch Bidder

69) Valentin, Nervenlehre p. 10, 89. 70) Valentin, Physiol. 2. Aufl. II. 700.

und Volkmann[71]) angeben, die dicken Röhren bei weitem vor, so dass sie mindestens 3/4 aller Fasern ausmachen. Ihre Durchmesser gehen von 0,006—0,011''' und betragen im Mittel 0,007—0,008''', während die feineren Röhren kaum unter 0,0025—0,0030''' messen. In den sensiblen Wurzeln sind nach Bidder und Volkmann (l. c.) die feinen und dicken Fasern an Zahl sich gleich, was mir etwas zu viel gesagt scheint; ich schätze die ersteren zu 1/3—2/5, will dieselben jedoch als die Hälfte betragend in Rechnung bringen. Die dickeren gehen von 0,004—0,008''' und messen im Mittel 0,006''', die feineren betragen 0,0012—0,003''', im Mittel 0,002'''. Vergleichen wir hiermit die longitudinalen Fasern der weissen Substanz des Markes, so zeigen sich in den Hinter- und Seitensträngen Werthe von 0,0012—0,004''', im Mittel von 0,002—0,003''', in den Vordersträngen Röhren von 0,0012—0,0048''', mit einem Mittel von 0,003'''. Berechnet man nun aus den angeführten Zahlen, unter der Voraussetzung, dass die weisse Substanz des Markes die einfache Fortsetzung der Nervenwurzeln sei, die Verschmälerung, welche die Wurzeln hierbei erleiden, indem man die dünnen Fasern der Wurzeln den dünnen Röhren des Marks gleich setzt, und bei den dicken Fasern in den motorischen Wurzeln (dieselben zu 2/3 gerechnet) im Mittel eine Verschmälerung von 0,0075—0,003''', bei denen der sensiblen Wurzeln eine solche von 0,006—0,003''' (dieselben als die Hälfte aller Fasern ausmachend berechnet) statuirt, so ergiebt sich bei den sensiblen Wurzeln eine Verschmälerung im Verhältniss von 31 : 10, bei den motorischen eine solche wie 27 : 5, mithin auch, dass der Querschnitt des Markes am Halse, selbst wenn er fast nur den vierten Theil desjenigen aller Nervenwurzeln beträgt, immer noch eben so viele Nervenröhren enthält, wie die peripherischen Nerven selbst. Die genauere Berechnung zeigt bei'm Manne eine Verschmälerung der motorischen Wurzeln einer Seite von 6,□'''959 ... auf 1,□'''288 ..., und der sensiblen Wurzeln einer Seite von 15,□'''660 ... auf 5,□'''051 ..., was für die Gesammtsumme aller Wurzeln eine Abnahme des Flächeninhalts von 45,□'''240 ... auf 12,□'''681 ... ergiebt. Bei'm Weibe stellt sich die Sache so: Die motorischen Wurzeln einer Seite zeigen eine Verschmälerung von 6,□'''58 auf 1,□'''21; die sensiblen von 13,□'''44 auf 4,□'''33, alle Wurzeln zusammen eine Abnahme des quadratischen Inhalts von 40,□'''050 auf 11,□'''110. Vergleichen wir mit diesen Zahlen die für die weisse Substanz des Markes am zweiten Halsnerven gefundenen von 14,□'''65 für den Mann, und von 10,□'''20 für das Weib, so zeigt sich, dass das Mark bei'm Manne mehr als genug Fasern enthält, um die peripherischen zu decken, und bei'm Weibe wenigstens nahezu genug, namentlich, wenn man noch berücksichtigt, dass in der ganzen Berechnung die Zahlen eher zu Gunsten der Nervenwurzeln angesetzt wurden."

„Es kann nach dem Allem kaum zweifelhaft erscheinen, dass die Annahme einer Endigung der peripherischen Nerven im Marke von der Seite solcher Messungen, wie ich sie nach Volkmann's Vorgang angestellt habe, keine Stütze findet, und dass dieselben, auch wenn man dem Unsicheren, was solchen Untersuchungen immer anklebt, gehörig Rechnung trägt, gerade umgekehrt wenigstens die Möglichkeit darthun, dass die Rückenmarksnerven zum Gehirn emporsteigen. Mehr leisten dieselben jedoch durchaus nicht, und es wird von anderen Thatsachen abhängen, ob man sich für einen solchen centralen Ursprung entscheiden darf oder nicht, indem es ja gedenkbar ist, dass die peripherischen Nerven doch im Marke enden, und dass die longitudinalen Fasern im Mark eine ganz andere Quelle besitzen. Da begreiflicher Weise eine Verfolgung der Nervenröhren durch das ganze Mark weder jetzt, noch wahrscheinlich überhaupt jemals zu verwirklichen ist, so muss man sich nach anderen Thatsachen umsehen, die möglicher Weise Aufschluss geben, und solche sind in der That vorhanden. Wir finden, dass die Wurzeln im Marke, nachdem sie alle mehr oder weniger mit der grauen Substanz in Berührung gekommen, in überwiegender Mehrzahl in ihrem Anschluss an die longitudinalen Fasern der Vorder-, Seiten- und Hinterstränge sich verfolgen liessen. Durch diese Thatsache,

71) Bidder und Volkmann, Sympathic. p. 77.

zusammen mit den Resultaten meiner Messungen, wird Manchem der Uebergang der Mehrzahl der peripherischen Nervenröhren in's Gehirn schon als bewiesen erscheinen, man muss jedoch, um nichts zu übersehen, noch erwähnen, dass die in der Marksubstanz longitudinal verlaufenden Wurzelfasern in derselben enden, oder nach ihrem Uebergange in dieselbe höher oben wieder an die graue Substanz abtreten könnten. Das Erstere ist nun freilich sehr wenig wahrscheinlich, da 1) noch Niemand Endigung von Nervenröhren in der weissen Substanz des Markes sah, und 2) etwas der Art auch sonst sehr befremdend wäre, da man noch nirgends Anfänge von Nervenröhren in der weissen Substanz kennt, und was das Letztere anlangt, so könnte ein etwaiger Wiedereintritt der Nervenwurzeln in die graue Substanz dem Blicke sich nicht entziehen; so gut als der Anschluss der Wurzelfasern an die Vorder-, Hinter- und Seitenstränge sich wirklich beobachten lässt, so müsste auch das bezeichnete Verhalten sich offenbaren, und doch habe ich bei meinen Beobachtungen nie etwas der Art gesehen. Es bleibt mithin nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die grosse Mehrzahl der peripherischen Nerven wirklich einen cerebralen Ursprung hat. Ob dieselben alle im Gehirn (wo, werden wir später sehen) entspringen, oder einem Theile nach, der meinen Untersuchungen zufolge nur gering sein könnte, auch aus dem Marke stammen, — lässt sich nicht entscheiden, eben so wenig als die Frage, ob die weisse Substanz des Markes ausser den von den peripherischen Nerven abstammenden Röhren auch noch andere, etwa vom Hirn zum Marke gehende Fasern enthält."

Folgen wir nun diesen Untersuchungen Kölliker's und vergleichen sie mit den meinigen, so springt zuerst die Uebereinstimmung in die Augen, welche Kölliker's Angabe des Flächeninhalts der weissen Rückenmarkssubstanz in der Höhe des 2. Halsnervenpaars mit den analogen von mir gefundenen Ziffern zeigt. Man kann zwar mit Recht fragen, ob die Querdurchschnitts-Fläche des Rückenmarks als eine Ellipse zu betrachten, resp. ihr Flächeninhalt als solche zu berechnen sei, wie Kölliker that, und wird, streng mathematisch genommen, eine solche Berechnung nicht als vollkommen gerechtfertigt zugeben, weil die Rückenmarksperipherie auf dem Querschnitt keineswegs eine Ellipse (mathematisch) bildet. Indessen wird man auch nicht läugnen, dass bei dieser Berechnung doch keine zu grosse Differenz von dem wirklichen Flächeninhalt zum Vorschein kommen kann.

Der Flächeninhalt des Rückenmarks vom Weibe betrug, in dem Gebiet des 2. Halsnerven,

in meinem Falle 13,□'''770
bei Kölliker 13,□'''605 [71])

was so viel wie eine völlige Uebereinstimmung heissen will.

Nun berechnet Kölliker für die graue Substanz ¼ des Flächeninhalts, also 3,□'''401. Die graue Substanz beträgt nach meiner Messung 2,□'''404. Es lässt sich also annehmen, dass hier Kölliker „nicht zu wenig", sondern gewiss zu viel Flächeninhalt für die graue Substanz berechnet habe. Es bleiben demnach für die weisse Substanz

nach Kölliker's Annahme 10,□'''20,
nach meiner Messung 11,□'''36,

was zwar eine bemerkenswerthe Differenz, aber noch immer eine verhältnissmässig so geringe ist, dass man annehmen darf, Kölliker's Resultate und die meinigen seien bis hierher noch nahezu in voller Uebereinstimmung.

Da ich die betreffenden Messungen an einem männlichen Individuum nicht angestellt habe, so kann ich die hierhergehörigen Kölliker'schen Zahlen nicht durch analoge eigne prüfen, und es bleibt

[71]) Kölliker giebt diese Zahl an: 13,□'''605620, obwohl er bei der Berechnung nur zwei Decimalstellen von π beachtet zu haben scheint. Denn wendet man π mit fünf Decimalstellen an, nämlich 3,14159, so ist der betreffende Flächeninhalt der Ellipse = 2⅙ . 2 . 3,14159 = 13,□'''6135.

Eben so findet man, bei der Berechnung der Durchschnitts-Fläche des Rückenmarks des männlichen Individuums, statt 19,□'''537752, die Zahl: 19,□'''54711, was auf den geringen Werth der Decimalstellen in Kölliker's Berechnung deutet.

daher wohl nur anzunehmen, dass auch bei'm Manne die Resultate meiner Messungen zu denen Kölliker's sich eben so, oder fast eben so verhalten würden wie bei dem weiblichen Individuum.

Da bei einer Vergleichung des Flächeninhalts der weissen Substanz im 2. Halsnervengebiete mit dem Flächeninhalt der sämmtlichen Nervenwurzeln letzterer um das 3—4-fache den ersteren überwiegt, wodurch Volkmann's Hypothese bestätigt erscheint, so hat Kölliker ein scharfes Augenmerk auf die Verschmälerung der Nervenröhren der Wurzeln bei dem Eintritte und weiteren Verlaufe im Marke geworfen, und ist hierbei zu den oben mitgetheilten Resultaten gelangt, welche den centralen Ursprung der Nerven zu beweisen scheinen. Folgen wir dem Gang der Kölliker'schen Untersuchungen, so muss vor allen Dingen die Frage aufgeworfen werden, ob die von Kölliker befolgte Methode exact genug ist, um überhaupt bei der hier in Betracht kommenden Entscheidung das genügende Gewicht zu haben.

Kölliker schliesst aus dem Durchmesser der verschiedenen Primitiv-Nervenfasern in den Nervenwurzeln wie im Rückenmark auf ihre Anzahl innerhalb eines bestimmten Flächenraums. Er nimmt dabei an, dass die sämmtlichen Nervenprimitivfasern Cylinder sind, d. h. dass ihre Querdurchschnitts-Flächen Kreise bilden. Hierbei hat aber Kölliker ausser Acht gelassen, dass nach solcher Voraussetzung zwischen allen diesen Cylindern, resp. zwischen allen den Kreisen oder den Querdurchschnitts-Flächen der Primitivfasern, Zwischenräume existiren müssten, deren Verhältniss zu den Cylindern oder Kreisen ganz ausser Berechnung geblieben ist, deren Verhältniss also auch — was die Summme ihres Flächeninhalts betrifft — zu der ganzen Querdurchschnitts-Fläche des Rückenmarks nicht berücksichtigt worden ist.

Da nun aber die Durchmesser der Primitivfasern sehr verschieden sind, da ferner ihre Querdurchschnitts-Flächen keine Kreise bilden, sondern mehr oder weniger unregelmässige Figuren, da ausserdem Grösse, Gestalt und Vertheilung der Primitivfasern (in Nervenwurzeln wie) in den Rückenmarkssträngen von Kölliker nur nach einer ohngefähren Abschätzung bestimmt werden, welche — bei dem Mangel übereinstimmender Untersuchungen über diesen Punkt — nur als willkürlich betrachtet werden können, und nicht geeignet sind, um die Grundlage von derartigen Berechnungen zu bilden, in jedem Falle also keinem bekannten Gesetze unterworfen sind, so wird man auch nicht einmal im Stande sein, durch einen sogenannten mittleren Durchmesser, zu dessen Aufsuchung hier, streng genommen, jeder Anhaltspunkt fehlt, das Verhältniss der Anzahl der Primitivfasern in den verschiedenen Querdurchschnitts-Flächen des Rückenmarks mit der nöthigen Genauigkeit zu bestimmen.

Hierbei ist noch ein wichtiger Punkt zu bemerken, dass bei der Messung der Durchmesser der Primitivfasern (und der nachherigen Berechnung ihrer Anzahl auf einem bestimmten Flächenraum) jeder Fehler in der (Theilung des Mikrometers und der) Beobachtung mit seinem Quadrat auf das Resultat der Rechnung (Anzahl der Fasern) influirt.

Es ergiebt sich hieraus, dass — wenn man aus den zu bestimmenden Durchmessern der Nerven-Primitivfasern in dem menschlichen Rückenmarke auf ihre Anzahl innerhalb eines bestimmten Flächenraums schliessen wollte — man erst das Verhältniss ihrer Flächensumme (Summe ihrer Querdurchschnitts-Flächen) zu der Summe der zwischen ihnen vorhandenen Zwischenräume kennen müsste; so lange man aber dieses Verhältniss nicht kennt, würde man aus den, mit der nöthigen Genauigkeit gemessenen, Durchmessern der Primitivfasern allenfalls das Verhältniss ihrer Anzahl in verschiedenen Querdurchschnitts-Flächen des Rückenmarks berechnen, niemals aber auf die absolute Anzahl der Fasern in einem bestimmten Flächenraum einen Schluss ziehen können.

Mithin dürfte der von Kölliker betretene Weg nicht die Sicherheit bieten, welche bei der Entscheidung der vorliegenden Frage wünschenswerth ist.

Trotzdem will ich einmal dem von Kölliker eingeschlagenen Wege folgen, und meine Beobachtungen mit den seinigen vergleichend prüfen. Es findet sich hier zunächst, dass dasjenige, was

Kölliker über die Dimensionen der vorderen Nervenwurzeln, übereinstimmend mit Henle, Bidder und Volkmann sagt, in der Hauptsache als richtig zugegeben werden muss. Ich habe an frischen, wie an in Chromsäure gehärteten Nervenwurzeln die Primitivfasern gemessen, und fand den Durchmesser derselben von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$; die Mehrzahl misst $^1/_{150}'''$ (auf dem Schraubenmikrometer des Schiek'schen Mikroskops 0,0004'', 0,0006'' bis 0,0010''; die Mehrzahl aber 0,0007'' bis 0,0008''). Auch können wir zugeben, dass die dicken Fasern hier bei weitem vorherrschen; dass sie aber mindestens $^3/_4$ aller Fasern ausmachen, wie Kölliker sagt, enthält schon eine grosse Unsicherheit. Die Dimensionen der hinteren Nervenwurzeln betreffend, so können auch hierbei Kölliker's Maassangaben als im Ganzen mit den Resultaten meiner Messungen im Einklang betrachtet werden. Ich finde in den hinteren Nervenwurzeln zwar weniger feine Fasern als Kölliker angiebt, selbst weniger als Bidder und Volkmann annehmen; ich finde die überwiegende Mehrzahl der Primitivfasern der hinteren Nervenwurzeln denen der vorderen an Dicke ganz gleich. Ich fand, selbst an Längsabschnitten aus in Chromsäure gehärteten Nervenwurzeln, deren Breite oder Dicke = $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$, in der Mehrzahl $^1/_{150}'''$; mit dem Schraubenmikrometer auf Schiek's Mikroskop gemessen: Durchmesser von 0,0004'' bis 0,0010'', die grosse Mehrzahl 0,0006'' bis 0,0008''. Primitivnervenfasern [72]) von solcher Dünnheit, wie Kölliker annimmt (0,0012'''—0,002'''), finde ich weder in den vorderen noch in den hinteren Wurzeln, wenigstens nicht an Chromsäurepräparaten. Das Auffallende dieser meiner Behauptung verliert sich vielleicht, wenn man erwägt, was Volkmann und Bidder sagen: „Messungen von Nervenfasern erfordern sehr viel Vorsicht . . . leicht kann man die Fasern durch Auflegen von Glasplättchen breit quetschen, noch viel leichter durch Auseinanderbreiten der Fasern sie ausziehen und verdünnen" [73]). Gilt dieses von den Fasern der peripherischen Nerven, so muss das in noch höherem Grade von denen der Nervenwurzeln, welche eine dünnere oder weniger dichte Scheide haben als jene, angenommen werden, und in noch auffallend höherem Grade von den Primitivfasern der Centralorgane des Nervensystems. Alle Messungen Kölliker's (wie der früheren Beobachter) betreffen aber nur solche von frischen, nicht gehärteten Nervenfasern, und wer die Manipulationen kennt, welche zur Durchmusterung der Fasern eines Nerven oder einer Nervenwurzel nothwendig sind, der wird zugeben, dass es gar nicht zu vermeiden ist, die ursprünglichen Durchmesser der Primitivfasern mehr oder weniger vergrössert oder verkleinert unter dem Mikroskope zu sehen. Dass diese Nachtheile wegfallen, sobald man die Messungen an in Chromsäure gehärteten Nerven (Nervenwurzeln, Rückenmark etc.) vornimmt, leuchtet klar hervor, um so mehr, wenn man bedenkt, dass die durch Einwirkung der Chromsäure erzeugten Veränderungen der Primitivfasern so untergeordnet sind, dass wir solche bis jetzt als nicht existirend betrachten dürfen. Meine obigen Zahlenangaben, wie die nachfolgenden, welche die Maasse der Nervenprimitivfasern betreffen, beziehen sich daher stets nur auf in Chromsäure gehärtete Primitivfasern. Könnte man nachweisen, dass durch die Chromsäure die Durchmesser der Primitivfasern merklich verändert würden, so bestände diese Veränderung sicherlich in einer Verkleinerung, weil ein in Chromsäure gehärtetes Rückenmarksstück jedenfalls nicht an Volumen zunimmt, sondern eher etwas zusammenschrumpft, condensirt wird. Gesetzt nun auch, es nähmen alle Primitivfasern eines Rückenmarksstücks wie einer Nervenwurzel oder eines Nervenstamms während der Härtung in Chromsäure an der Verkleinerung des Dickedurchmessers Theil, so würde es jedenfalls eher zu Gunsten meiner Maassbestimmungen sprechen, wenn dieselben gleiche und nicht überall kleinere Ziffern geben, wie die von früheren Beobachtern an frischen Primitivfasern des Nervensystems erhaltenen. Indessen scheint

[72]) Ich verstehe hierunter vollständige Nervenprimitivcylinder mit deutlich entwickeltem Axencylinder, Mark und Hülle; die feinsten Fasern, welche man als Elemente der Nervenprimitivcylinder, oder als Elementarröhrchen des Nervensystems anzusehen hat — können hier nicht in Rechnung oder in Vergleich gebracht werden.

[73]) Volkmann und Bidder, Sympathicus, p. 23.

es mir, dass an den einzelnen Primitivfasern die durch Chromsäure erzeugte Veränderung oder Verkleinerung ihres Querdurchmessers eine, wenn nicht unmessbar kleine, so doch eine durchaus nicht bemerkenswerthe sei. In jedem Falle kann an solchen Fasern, welche — in den feinsten Abschnitten enthalten — nicht direct vom präparirenden Instrumente berührt zu werden brauchen, weder von einer Verkleinerung noch von einer Vergrösserung ihres ursprünglichen Durchmessers in Folge der Manipulationen während der Präparation und Messung die Rede sein.

Ich habe nun an Nervenwurzeln (wie an Nervenstämmen und am Rückenmark) nicht blos die Primitivfasern in Continuität gemessen, sondern auch die Querdurchschnitts-Flächen derselben einer directen Messung unterzogen (s. o. p. 595). Durch diese Art, die Querdurchmesser der Primitivfasern an gehärteten Nervenwurzeln auf deren Querabschnitten zu messen, gelingt es noch leichter und sicherer die verschiedenen Durchmesser der Primitivfasern in einer Nervenwurzel zu erkennen, als an Längsabschnitten; letztere bieten in gleichem Sehfelde nur wenige einzelne Fasern in Continuität in einem Abschnitt, erstere bieten eine bei weitem überwiegende Zahl von Primitivfaserdurchschnitten der betreffenden Nervenwurzel in einem und demselben Sehfelde zur Beobachtung, gewissermaassen in einem Blicke dar. Ich habe in dieser Weise die Messungen der Fasern in Continuität durch die Messungen ihrer Querdurchschnitts-Flächen controlirt, und so eine Gewähr für die Richtigkeit beider mehr bringen können.

Man könnte zwar den Einwurf machen, dass der Querschnitt durch die Nervenwurzel nicht stets im rechten Winkel geführt werden könne (absolut wohl niemals), und dass man also Schrägdurchschnitts-Flächen für Querdurchschnitts-Flächen hält, die Maasse der letzteren also zu gross ausfallen. Indessen ist dieser Einwurf nicht gewichtig. Da die Messungen nur bei den stärksten Vergrösserungen von mir vorgenommen worden sind (400 bis 900 linear), so unterscheidet sich ein Schrägabschnitt leicht von einem Querabschnitt, und wo die Unterscheidung beider nicht leicht ist, da ist sie bei dieser Vergrösserung auch nicht von Bedeutung.

Wir sind also hier bei dem ersten hauptsächlichen Differenz-Punkte angekommen, welchen meine Beobachtungen im Vergleich mit denen Kölliker's (u. A.) bieten. Ich finde in den Nervenwurzeln die dünnsten Fasern Kölliker's (u. A.) nicht vor; und selbst wenn ich — was mir aber bei der Exactheit der von mir angewandten Untersuchungsmethode nicht einmal statthaft erscheint — zugeben wollte, dass ich diese feinen Fasern übersehen und, bei der Durchmusterung so mancher Nervenwurzeln, einzelne derselben im Sehfelde nicht gewahrt hätte, so wird wenigstens der Schluss sicher sein, dass die Nervenprimitivfasern feinster Gattung (nach Kölliker) in der von Kölliker (u. A.) angenommenen Anzahl in den hinteren (und vorderen) Nervenwurzeln sich nicht vorfinden.

Eben so wie in den Nervenwurzeln habe ich die Primitivfasern in den verschiedenen Strängen der weissen Substanz, den weissen Hinter-, Seiten- und Vordersträngen, gemessen, also sowohl den Querdurchmesser der einzelnen in Continuität in feinen (Längs-) Abschnitten enthaltenen Fasern, wie auch den Durchmesser der Querdurchschnitts-Fläche der einzelnen Primitivfasern auf (horizontalen Quer-) Abschnitten, welche in rechten Winkeln die Längsfasern der betreffenden weissen Stränge schnitten (s. o. p. 595).

Vergleichen wir diese Maasse mit denen, welche Kölliker angiebt, so finden sich sehr auffallende Differenzen. Die feinsten Fasern von 0,001''' bis 0,002''' finde ich in keinem der weissen Stränge in solcher Zahl wie Kölliker annimmt, und selbst wenn ich zugeben wollte, dass manche von mir übersehen worden wären, so ist jedenfalls deren Zahl so auffallend gering, dass sie nicht in dem Maasse, wie Kölliker that, in Rechnung gebracht werden können. Während also Kölliker für die Fasern der Hinter- und Seitenstränge ein Mittel von 0,002''' bis 0,003''' annimmt, muss ich nach meinen Beobachtungen für diese Fasern ein Mittel von 0,006''' bis 0,007''' in Anspruch nehmen; und ebenso bei den Vordersträngen, wo Kölliker ein Mittel von 0,003''' annimmt, ebenfalls ein Mittel von 0,006''' bis

0,007''' statuiren. Es ist dieses der zweite Hauptpunkt, in welchem meine Untersuchungen von denen Kölliker's differiren.

Wenn ich also, nach Kölliker's Vorgang, die Verschmälerung der Nervenwurzeln nach den Resultaten meiner eigenen Messungen berechne (p. 595), unter der Voraussetzung, dass die Fasern der weissen Substanz die unmittelbare Fortsetzung der Wurzeln seien, so würde die Verschmälerung in den sensiblen wie in den motorischen Bahnen kaum in Anschlag zu bringen sein. Das Mittel der Nervenfasern verhält sich zu dem Mittel der Rückenmarksfasern = 7 : 6. Der mittlere Durchmesser einer hinteren oder vorderen Nervenwurzelprimitivfaser ist 0,0007'', derjenige einer Rückenmarks-Primitivfaser 0,00065''. Die Querdurchschnitts-Flächen beider Fasergattungen stehen also in dem Verhältniss $70^2 : 65^2$ = 4900 : 4225 (nahe 7 : 6), und somit würde der quadratische Inhalt sämmtlicher Nervenwurzeln von 35,□'''940 auf einen solchen von 30,□'''99 reducirt werden. Man kann sich von der relativen Breite der Nervenwurzelfasern und derjenigen ihrer centralen Fortsetzungen leicht überzeugen, wenn man aus dem Rückenmark (vom Menschen, Kalb oder Ochsen) einen feinen Querabschnitt macht, in welchem nicht blos die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, sondern auch noch Theile der vorderen Nervenwurzeln selbst, in ungetrennter Continuität mit den centralen Bahnen, enthalten sind. An allen den Stellen der Brust- oder Lendenanschwellung des Rückenmarks, wo die vorderen Nervenwurzeln in mehr horizontaler Richtung (und nicht in spitzen Winkeln) aus dem Rückenmarke austreten, ist es nicht schwer, solche feine Querabschnitte zu machen, in welchen Theile der vorderen Nervenwurzeln und deren unmittelbare Fortsetzungen in die centralen vorderen Nervenbahnen enthalten und zur mikroskopischen Untersuchung, selbst bei den stärksten Vergrösserungen, geeignet sind. An solchen Abschnitten kann man sowohl die Maasse der Primitivfasern in den vorderen Wurzeln, wie an deren Uebergangsstelle in die weissen Vorderstränge, so wie ihrer centralen Bahn an den verschiedensten Stellen innerhalb der weissen Vorderstränge, selbst bis in die grauen Vorderhörner hinein, nicht selten an einer und der nämlichen Primitivfaser, gleichzeitig vergleichen. Hierbei gewinnt man die Ueberzeugung, dass eine Verschmälerung der einzelnen Primitivfasern gewöhnlich gar nicht Statt findet, wenigstens nicht merklich.

Bei den hinteren Nervenwurzeln und deren centralen Fortsetzungen gelingt die gleichzeitige Ueberschau der nämlichen Primitivfasern in Wurzeln und weissen Hintersträngen nicht so leicht wie bei den vorderen Wurzeln, weil jene nicht so in fast gerader Linie wie die letzteren, oder in fast der nämlichen Horizontalebene (der Mehrzahl nach) zur grauen Substanz hin verlaufen. Indessen sieht man, bei Vergleichung der Maasse sowohl auf dem Querdurchschnitt wie an der Continuität der Primitivfasern, dass die der hinteren Nervenwurzeln wie die ihrer centralen Fortsetzungen innerhalb der weissen Hinterstränge, der gelatinösen Substanz und den grauen Hinterhörnern durchaus nicht auffallend von einander differiren.

Also auch aus diesen Gründen glaube ich, dass eine Berechnung, wie Kölliker solche gegeben, nicht statthaft ist, weil in ihr die anatomischen Grundlagen nicht sicher genug sind. Ich muss also, nach meinen Beobachtungen, zu dem dritten, von Kölliker's Schlüssen sehr abweichenden Satze kommen, dass im obersten Theile des Rückenmarks kaum 1/3 der Primitivfasern enthalten sind, welche in den Nervenwurzeln sich finden [74]), — ein Satz, welchen ich oben, p. 600 u. ff., mit den genügenden Beweismitteln gestützt zu haben glaube.

[74]) Kölliker's Berechnung der Verschmälerung der Nervenwurzeln im Rückenmark ist übrigens nicht genau. Er berechnet für die sensiblen Wurzeln eine Verschmälerung im Verhältniss von 31 : 10, während solche, nach seinen Prämissen, sich verhält wie 30,8 : 10; freilich ein kaum nennenswerther Unterschied. Dagegen berechnet Kölliker für die motorischen Wurzeln eine Verschmälerung im Verhältniss wie 27 : 5, während solche, nach seinen Prämissen, sich wie 23,4 : 5 veralten müsste.

Ich halte es für überflüssig, hiernach die Differenzen der weiteren Kölliker'schen Berechnungen mitzutheilen.

Bedenkt man hierbei, dass ich — auf drei verschiedenen Wegen der Untersuchung — fast zu dem nämlichen Resultate gelangt bin, welches beweist, dass in den Nervenwurzeln des Menschen fast drei Mal so viel Primitivfasern enthalten sind, als in dem obersten Theile des Rückenmarks, so wird der directe Widerspruch, in welchem meine Ergebnisse zu denen Kölliker's stehen, nicht ohne Begründung erscheinen. Ohne also die Fehler zu läugnen, welche auch meinen Untersuchungen anhaften, scheint wenigstens daraus (umgekehrt wie bei Kölliker) gerade die Unmöglichkeit hervorzugehen, dass die Rückenmarksnerven zum Gehirn emporsteigen.

Was nun die übrigen Annahmen Kölliker's, welche für den centralen Ursprung der Nervenfasern entscheiden sollen, betrifft, so ist

1) die Behauptung, dass die Fasern der Nervenwurzeln — nach ihrer Berührung mit der grauen Substanz — in überwiegender Mehrzahl in ihrem Anschluss an die longitudinalen Fasern der Vorder-, Hinter- und Seitenstränge direct sich verfolgen liessen (p. 436), mit meinen Beobachtungen nicht im Einklang, wie ich das früher (s. pag. 280) auseinandergesetzt habe. Daher dürfte diese Behauptung Kölliker's auch nicht als Stütze für den cerebralen Ursprung der Nervenfasern gelten. Dass Kölliker

2) Endigungen (freie) der weissen longitudinalen Fasern in den weissen Rückenmarkssträngen läugnet, geschieht gewiss mit Recht; indess ist diese Annahme keineswegs eine nothwendige Folge der Annahme des spinalen Ursprungs der Nervenfasern; es kann eine Verminderung der longitudinalen Fasern der weissen Substanz dadurch geschehen, dass mehrere derselben in eine und dieselbe Nervenzelle übergehen, und letztere weniger centripetale Fortsätze hat, als centrifugale. Dass aber ein (zweimaliger oder mehrmaliger) Wiedereintritt der Nervenwurzeln in die graue Substanz dem Blicke sich nicht entziehen könnte — wie Kölliker behauptet — widerlegt sich dadurch, dass wir mit Bestimmtheit von keiner Längsfaser der weissen Substanz des Rückenmarks, wenn solche nicht mit einer (peripherischen) Nervenwurzel in Verbindung gesehen wird, behaupten können, ob sie eine ab- oder aufwärts verlaufende sei, ob sie an tieferer oder höherer Stelle schon mit der grauen Substanz in Berührung gewesen, ob sie aus horizontaler Richtung in die verticale ein- oder mehrmals umgebogen sei, oder nicht. Es findet sich nichts Unwahrscheinliches in der Annahme, dass eine und dieselbe Faser der weissen Substanz des Rückenmarks mehrere Male und an verschiedenen entfernten Stellen des Rückenmarks mit grauer Substanz in Berührung komme, mehrere Male den longitudinalen Lauf in den horizontalen verwandelt und umgekehrt.

3) Kölliker glaubt die Annahme eines cerebralen Ursprungs der Nerven auch durch die physiologischen Thatsachen gestützt (siehe pag. 437), die Schnelligkeit der Leitung der Empfindung (centripetale), wie die des Willens auf die Bewegungsorgane (centrifugale) könne nicht besser erklärt werden, als durch die Annahme eines continuirlichen Verlaufes der peripherischen Nervenröhren bis in's Gehirn, um so mehr, da die weisse Substanz des Rückenmarks auf Reize eben so reagirt (Schmerzen, Bewegungen) wie die der Nerven. Hiergegen ist jedoch zu bemerken, dass zu der Annahme der continuirlichen Leitung nicht eine und dieselbe Primitivfaser von der Peripherie bis zum Centrum für eine jede centripetale Leitung nothwendig ist, eben so wenig wie der Willenseinfluss für jede centrifugale Leitung eine besondere Primitivfaser vom Centro bis zur äussersten Peripherie bedarf. Wir wissen, dass die Nervenprimitivfasern sich in fast allen, wenn nicht in allen peripherischen Ausbreitungen wohl meistens mehr als einmal dichotomisch theilen. In den Muskeln ist das über alle Zweifel erhoben. Dennoch sehen wir den Willenseinfluss auch durch die getheilten Primitivfasern bis in die äussersten Nervenverzweigungen geleitet; es kann also ein Willenseindruck von einer Primitivfaser im Centrum auf eine grössere oder kleinere Anzahl von Bifurcationen derselben wirken, und es bedarf nicht eben so vieler Primitivfasern im Centro als bifurcatorisch getheilter Endigungen von Primitivfasern in dem Muskel, um alle die einzelnen Muskelfibrillen, welche von den Primitivfasertheilen versorgt werden, zur

Contraction zu bringen. Wir sehen also hier, wie eine Nervenbahn den Willensimpuls schliesslich auf mehrere oder viele Abtheilungen dieser Bahn überträgt. Eben so kann man von den Verzweigungen sensibler Nerven, deren dichotomische Theilung in der peripherischen Ausbreitung eben so wenig geläugnet werden kann (die Theilung der Hautnerven ist ja ebenfalls eine sichere Thatsache), behaupten, dass die auf die Verzweigungen einer Primitivfaser wirkenden Eindrücke schliesslich in eine und dieselbe Primitivfaser — welche als Stamm jener Bifurcationen zu betrachten ist — übertragen werden, dass also, auch bei der centripetalen Leitung der Nerven, Eindrücke von verschiedenen Punkten durch die Verzweigungen einer Primitivfaser schliesslich in einer Hauptbahn vereinigt, d. h. in die Primitivnerven-Faser geleitet werden, welche jene Verzweigungen abgiebt.

So wenig nun, wie jene Bifurcationen der Nerven die Schnelligkeit der centrifugalen und centripetalen Nervenleitung hindern, eben so wenig ist anzunehmen, dass andere Arten von Bifurcationen oder Vereinigungen von Primitivnervenfasern die Schnelligkeit der Leitung hindern. Nehmen wir an, dass zwei sensible Primitivfasern, welche von der Peripherie aus in's Rückenmark eintreten, in der grauen Substanz sich in eine und dieselbe Nervenzelle einsenken, aus welcher nur eine einzige Faser zum Gehirn geht, so kann die centripetale Leitung von beiden peripherischen Nervenfasern, durch die eine Nervenzelle hin, mittelst der einzigen aus letzterer entspringenden, zum Gehirn verlaufenden Nervenfaser eben so rasch geschehen, als wenn jede der beiden peripherischen Nervenfasern direct, ohne in die Nervenzelle eingetreten zu sein, in's Gehirn verliefe. Es ist kein gewichtiger Grund gegen diese Annahme, und die Vereinigung zweier peripherischer Primitivfasern in eine einzige centrale mittelst einer Nervenzelle ist, im Grunde genommen, nichts anderes, als die Vereinigung zweier Bifurcationen einer Endfaser in eine einzige Nervenfaser. Und eben so, wie die Eindrücke verschiedener peripherischer sensibler Fasern durch eine einzige centrale dem Gehirn übermittelt werden können, so ist es auch gestattet, anzunehmen, dass durch eine einzige centrale Nervenfaser der Willenseinfluss auf mehrere peripherische motorische Nervenfasern übertragen werden kann. Wenn der Willenseindruck in die vorderen grauen Rückenmarksstränge mittelst einer Primitivfaser gelangt, welche sich in eine Nervenzelle senkt, aus der zwei oder mehrere centrifugale motorische Nervenfasern entspringen, so wird man zugeben, dass von einer einzigen centralen Faser mehrere peripherische innervirt werden können; und dass die Nervenzelle ein Hinderniss für die Schnelligkeit der Innervation abgebe, kann am wenigsten geläugnet werden, wenn man annimmt, dass jede peripherische Nervenfaser vor ihren Hintritt zum Gehirn mit der grauen Substanz in Berührung kommt, resp. in Nervenzellen eintritt. Im Grunde genommen ist also die Annahme einer Innervation mehrerer peripherischer Nervenfasern vermittelst einer einzigen centralen (durch eine Nervenzelle hindurch, welche sie sämmtlich vereinigt) nicht auffallender, als die Annahme einer Innervation der Bifurcationen einer motorischen Faser durch letztere. Und so wenig, wie die Schnelligkeit des motorischen Eindrucks durch die Bifurcation der Nervenfaser leidet, eben so wenig ist uns eine Verzögerung der motorischen Thätigkeit durch Einlagerung einer Nervenzelle in die Continuität von Primitivfasern bekannt (die Empfindungsweise in den Ganglien der sympathischen Nerven muss hier vorerst ausser Acht bleiben).

4) Auch die Erklärung der gekreuzten Leitung bei'm Zustandekommen der willkürlichen Bewegung und bewussten Empfindung glaubt Kölliker (p. 438) nur dann möglich, wenn eine einmalige Kreuzung jeder peripherischen Nervenfaser statuirt würde, und seiner Ansicht nach findet eine solche einmalige Kreuzung wenn nicht aller so doch der weissen Nervenröhren im Rückenmark Statt. So nimmt Kölliker eine Kreuzung der Seitenstränge des Rückenmarks in den Pyramiden „einem guten Theile nach" an, eine Kreuzung der Vorderstränge, die „in der weissen Commissur ihre Fasern ganz und gar zur andern Seite senden", und endlich eine Kreuzung der Hinterstränge, welche in der grauen (hinteren) Commissur, eben so wie ein Theil des hinteren Abschnitts der Seitenstränge „einen namhaften Theil ihrer Röhren durch die graue Commissur zu den Wurzeln der anderen Seite schicken."

Hiergegen ist zu bemerken, dass die Kreuzung der Seitenstränge in den Pyramiden nur einen sehr kleinen Theil derselben betrifft; jedenfalls nicht die Hälfte derselben. Und was die Vorderstränge angeht, so spricht gegen ihre vollständige Kreuzung in der Commissura anterior schon das eine Factum, dass der Flächeninhalt der weissen Vorderstränge in der Höhe des 2. Halsnervenpaars keineswegs am grössten ist, was doch Statt finden müsste, wenn alle Primitivfasern der weissen Vorderstränge zum Gehirn verlaufen sollten. Ich muss wegen dieses Punktes auf die bei der Commissura anterior oben p. 96, ff. mitgetheilten Erörterungen der Kölliker'schen Ansicht verweisen. Was endlich die Hinterstränge betrifft, so ist deren Kreuzung in der hinteren Commissur zu einem geringen Theile (d. h. der hinteren Nervenwurzeln) zuzugeben; dass aber eine vollständige Kreuzung der Hinterstränge Statt finde, und dass die in ihnen enthaltenen Längsfasern nach der Kreuzung in's Gehirn verlaufen, ist aus demselben Grunde widerlegt, aus welchem die Unmöglichkeit hervorging, dass die weissen Vorderstränge ein gleiches Verhalten beobachten sollten. Wenn die sämmtlichen longitudinalen Primitivfasern der weissen Hinterstränge sich (nach der Kreuzung) im obersten Gebiete des Rückenmarks vor deren Eintritt in's Gehirn vereinigen sollten, so müsste nothwendig der Flächeninhalt der weissen Hinterstränge im obersten Theile des Rückenmarks grösser sein als in irgend einem tieferen Theile desselben; dass aber dieses nicht der Fall ist, geht aus meinen früheren Mittheilungen hervor.

Trotz dem aber lässt sich die Leitung in gekreuzter Richtung erklären, ohne dass dieselbe durch eine eben so grosse Anzahl von centripetalen Fasern vermittelt wird, als überhaupt peripherische Fasern vorhanden sind. Wenn durch Nervenzellen die Bahnen mehrerer peripherischer Fasern (der Nervenwurzeln etc.) in einer einer einzigen centralen vereinigt werden, welche zum Gehirn aufsteigt, so kann durch diese vereinfachte Bahn ebenwohl die Leitung verschiedener Fasern in gekreuzter Richtung vermittelt werden, als wenn jene peripherischen Fasern in ununterbrochener Continuität und gleicher Anzahl zum Gehirn verliefen, vorher aber einzeln sich gekreuzt hätten.

5) Endlich glaubt Kölliker auch, dass nur durch seine Annahme die Wirkungen halbseitiger Durchschneidungen des Rückenmarks genügend erklärt werden könnten, eine Erklärung, „an welche bisher nicht zu denken war", p. 438. Da nach der Trennung einer Hälfte des Rückenmarks durch einen Querschnitt die Empfindung wie die willkürliche Bewegung unterhalb des Schnittes fortbesteht (wie die Versuche an Fröschen und Säugethieren von van Deen, Valentin, Eigenbrodt, Kölliker und meine eigenen gezeigt haben), so glaubt Kölliker, dass die Erklärung dieses Phänomens nur — mit Eigenbrodt — durch Annahme einer Kreuzung der Fasern im Marke selbst möglich sei [75]).

[75]) Kölliker sagt hierbei p. 439: „Bei der Erklärung dieser Experimente kann, wie Volkmann gewiss mit Recht annimmt (R. Wagner's Handwörterbuch, Nervenphysiologie, p. 553), nicht mit Stilling an eine Vermittlung von Gefühl und willkürlicher Bewegung blos durch die Contiguität der Theile im Marke gedacht werden, indem dann — zumal die Leitung durch das Mark nicht an den Gang bestimmter Fasern gebunden wäre; — nur ganz bestimmt vorgezeichnete Bahnen, nur eine Continuität der leitenden Fasern im Mark, von den Nerven bis zum Gehirn, kann die Wahrnehmung örtlicher Reize als solcher, die Möglichkeit ganz beschränkter Bewegungen je nach unserem Belieben erklären." Kölliker scheint hier übersehen zu haben, was ich p. 144 meiner Schrift (Functionen des Rückenmarks, 1842) zur Erklärung der betreffenden Phänomene gesagt habe. Es besteht, theilte ich daselbst mit, „im Rückenmark eine eigenthümliche anatomische Anordnung der Art, dass an der Erregung der einen Rückenmarkshälfte die der anderen Seite Theil nimmt, auf Erregung des oberen Theils die des unteren erfolgt, und nach Erregung des unteren Theils die des oberen Statt findet. Diese eigenthümliche Anordnung ist uns zwar noch unbekannt ... aber wir sehen sie in jedem Rückenmarksstückchen, das aus den beiden Seitenhälften des Rückenmarks innerhalb nur eines Wirbels besteht, sich offenbaren. Reiz auf die Nerven der einen Seite bewirkt zugleich Mittheilung des Reizes nach der anderen. Und wie ein Reiz innerhalb einer Seitenhälfte sich von unten nach oben, wie von oben nach unten fortpflanzen kann, ist eben so bekannt." Ferner sagte ich p. 146 von dem betreffenden Experimente: „So kommen die vom Gehirn ausgehenden Eindrücke zur Bewegung von dem oberen Rückenmarkstheile, mittelst der ungetrennten Seitenhälfte, in den unteren Rückenmarkstheil," u. s. w. Hieraus geht deutlich hervor, dass ich ganz bestimmte anatomische Bahnen annehme, mittelst welcher die Leitung des Nervenprincips erfolgt, und dass nur durch ein Missverstehen meiner Angaben supponirt werden kann, ich folgerte eine Nervenleitung ausserhalb solcher bestimmt vorgezeichneter anatomischer Bahnen; denn Leitung durch Contiguität wäre ja auch, wenn die durch den Querschnitt getrennten Theile nur wieder in unmittelbare Berührung gebracht worden wären, denkbar, analog elektrischer Leitung durch

Kölliker giebt zur Versinnlichung seiner Anschauung ein Schema der Kreuzung motorischer Fasern im Marke (p. 440, Fig. 131). Wir wollen einmal annehmen, dass das, was Kölliker über die Faserkreuzung der Vorder-, Hinter- und Seitenstränge sagt, richtig sei (was im Grunde genommen aber nicht so der Fall ist), so fällt vor Allem die eine Behauptung Kölliker's auf, dass er eine und dieselbe Primitivfaser von den Pyramiden bis zum Conus medullaris, resp. zum Filum terminale, der ganzen Länge des Rückenmarks entlang in ungetrennter Continuität verlaufend annimmt, und zwar in allen weissen Rückenmarkssträngen. Diese Annahme gründet sich auf keine anatomische Thatsache; die anatomischen Thatsachen weisen vielmehr darauf hin, dass eine solche Annahme für die Mehrzahl der Längsfasern unmöglich richtig sein kann, weil eben der Flächeninhalt der weissen Substanz nicht stetig von unten nach oben im Rückenmark zunimmt, sondern über den Anschwellungen sogar auffallend geringer ist als in denselben. Niemand weiss bis jetzt, durch eine wie lange Strecke eine Längsfaser im Rückenmarke verläuft, ohne sich aus der verticalen Richtung in die horizontale umzubeugen und umgekehrt; aber der Umstand, dass man in allen Nervengebieten des Rückenmarks innerhalb der weissen Stränge eine auffallend grosse Zahl, vielleicht die Mehrzahl der Fasern schräg laufen sieht (nicht parallel der Rückenmarks-Axe), deutet schon allein darauf hin, dass ein Faserlauf in der weissen Substanz, wie ihn Kölliker zeichnet, nicht in der Natur begründet ist.

Wenn also Kölliker sagt, dass durch einen „halbseitigen Schnitt, rechts über den Nerven der vorderen Extremitäten gemacht, der motorische Einfluss, der von den linken Pyramiden (P) aus durch den rechten Seitenstrang (S^1) zu den Extremitäten der rechten Seite geleitet wird, aufgehoben sei, dagegen die Einwirkung der linken Olivarstränge durch die linken Vorderstränge auf die rechten Extremitäten ungeschwächt bleibe ..., daher dieselben noch — wenn auch nicht wie unter normalen Verhältnissen, beweglich sein, während auf der anderen Seite auch die linken Glieder nicht ihre normale Kraft besitzen können, weil der Einfluss der rechten Vorderstränge auf sie abgeschnitten ist," so kann ich weder dieser Erklärung beistimmen, noch auch die Phänomene als genau bezeichnen, welche durch jenen Schnitt hervorgebracht werden sollen. Ein gut ausgeführtes Experiment am Frosche zeigt, dass ein halbseitiger Schnitt durch das Rückenmark, wenn er keine Nervenwurzel zerschnitt und ohne andere wichtige Nebenverletzung ausgeführt worden ist, die Empfindung und willkürliche Bewegung des Thieres nirgends stört, weder in den vorderen noch in den hinteren Extremitäten (s. meine oben citirte Schrift, 1842. Versuch XXV), eine Thatsache, welche Kölliker auch p. 439 zugiebt. Trotzdem nimmt aber Kölliker, p. 440, an, dass durch den halbseitigen Schnitt „die Glieder der

sich berührende Drahtstücke; eine solche Annahme wäre aber — nach Allem was wir über das Nervensystem wissen — eine Absurdität. Ich muss mich billigerweise wundern, dass Kölliker, der doch sonst stets nur eigener Prüfung vertraut, sich in der Beurtheilung meiner Versuche durch Volkmann's ganz verkehrte Deutung meiner Folgerungen zu der genannten Behauptung verleiten lassen konnte. Mit der Annahme der Nervenleitung in bestimmten Bahnen ist aber nicht nothwendig identisch die Leitung durch die Continuität einer und derselben Faser von der Peripherie bis zum Centrum. Vergleicht man mit der hier erörterten Kölliker'schen Annahme dessen Theorie der Reflex-Bewegung (1850, Mikr. Anat. p. 442, ff.), so findet man weit eher den Vorwurf, den Kölliker mir macht, auf ihn selbst anwendbar. Kölliker nämlich hält es „für sicher, dass die Reflexerscheinungen nur durch die graue Substanz vermittelt werden, und nicht nothwendig an die Continuität der Fasern gebunden sind, indem dieselben auch zwischen ganz entfernten Theilen zu Stande kommen, und ... zwischen sensiblen Fasern allein und vielleicht auch motorischen allein sich finden." — Gewöhnlich (ohne Reflex) soll die Leitung auf dem nächsten Wege zwischen Gehirn und peripherischen Organen sich machen, d. h. eine Längsleitung sein; „unter besonderen Verhältnissen (bei Reflex) wird von diesem dem Faserverlauf folgenden Gange abgewichen, und in der grauen Substanz Querleitung eingeleitet; die Erregung neuer Elemente (grauer Substanz) und die Ausbreitung der Erregung durch eine Zahl nicht direct verknüpfter Bahnen," oder ... eine „Leitung durch nicht continuirliche Elemente ist nicht zu bezweifeln," meint Kölliker, p. 441 und 442. Ich weiss keinen Grund für diese Annahme, kann mir auch Leitung durch nicht verknüpfte oder nicht continuirliche Bahnen nicht erklären. Wenn aber Kölliker die Querleitung durch nicht continuirliche Bahnen annimmt, so wüsste ich keinen Grund, warum nicht auch Längsleitung in nicht verknüpften Bahnen Statt finden könnte. Denn die Richtung ist doch bei der Leitung etwas Indifferentes. Man sieht, dass auf solche Weise, wie Kölliker versucht, der willkürlichen Erklärung Thür und Thor geöffnet sein würde.

anderen Seite nicht ihre normale Kraft besitzen können, weil der Einfluss der (rechten) Vorderstränge auf sie abgeschnitten ist." Diese Annahme ist eine willkürliche, und durch keine Thatsache gestützt; im Gegentheil, durch die Thatsachen widerlegt.

Eben so ist dasjenige, was Kölliker weiter sagt — „Fügt man dem ersten Schnitte, bei A, noch einen bei B" (näher oder ferner unterhalb des ersten) „hinzu, so sind alle und jede Leitungsfasern des motorischen Einflusses des Hirns durchschnitten, und die Extremitäten werden unbeweglich sein," p. 440 — mit den von mir angestellten Experimenten nicht in Einklang, sondern in directem Widerspruch. Ich verweise auf das Experiment XXVIII meiner Schrift (l. c. p. 161—165), wo nach Durchschneidung der beiden Seitenhälften des Rückenmarks in geringer Entfernung von einander, auf einer Seite bei'm 3. Wirbel, auf der anderen bei'm 4., sowohl die willkürliche Bewegung wie die Empfindung unterhalb der Schnitte fortbesteht. Ich glaube, dass die derartigen Experimente an Säugethieren weniger reine Resultate geben, als die an Fröschen, und dass ein positives Resultat hier mehr wiegt, als viele negative. Die von mir erlangten positiven Resultate an Fröschen sind aber so sicher und zahlreich, dass ich sie als entscheidend betrachten zu dürfen glaube.

Hiermit würde Kölliker's Hypothese vom Faser-Verlauf im Rückenmark vollständig widerlegt sein.

Die Erklärung der Phänomene nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks lässt sich aber, nach dem heutigen Stande der Wissenschaft, in folgender Weise geben: Die Längsfasern der weissen Substanz oberhalb und unterhalb des Schnitts stehen, dem Schnitte näher oder entfernter, mit Nervenzellen der grauen Substanz der nämlichen Seite in Verbindung; letztere wieder durch ihre Fortsätze mit den Fasern der weissen und grauen Commissur, über und unter dem Schnitt, und diese Commissuren stehen wieder, mittelst der Nervenzellen der grauen Substanz der unverletzten Seite, mit den Längsfasern der weissen Stränge der unverletzten Seite des Rückenmarks in Verbindung. Auf solche Weise ist eine so ausgedehnte Verbindung der Nervenfasern beider Seitenhälften durch die Nervenzellen-Fortsätze und die Commissuren hergestellt, dass die Innervation einer Rückenmarkshälfte ober- und unterhalb einer halbseitigen Quertheilung genügend erklärt ist. Je längere Strecken nun eine Faser der weissen Substanz longitudinal verläuft, bevor sie sich in eine Nervenzelle der grauen Substanz einpflanzt, d. h. je länger die Strecke zwischen dem Insertionspunkt der Nervenwurzel in's Rückenmark und dem Insertionspunkt der centralen Bahn ihrer Primitivfasern in Zellen der grauen Substanz ist, — auf desto längere Strecken hin muss sich eine Trennung solcher Fasern durch den Querschnitt fühlbar oder sichtbar machen, und umgekehrt. Es ist uns bis jetzt noch unbekannt, ob alle Längsfasern der weissen Substanz des Rückenmarks in dieser Beziehung einem einzigen Gesetze folgen, d. h. ob alle Längsfasern z. B. nur eine einzige Wirbellänge hindurch der Axe des Rückenmarks parallel verlaufen und dann in die quere Richtung umbeugen, oder ob mehrere Wirbellängen hindurch, oder ob sie in verschiedener Weise sich in dieser Beziehung verhalten. So viel scheint mir aus den Versuchen am Frosch-Rückenmark hervorzugehen, dass die Verbindungen der Längsfasern des Rückenmarks (beider Seitenhälften) innerhalb einer einzigen Wirbellänge so zahlreich und bedeutend sind, dass zwei halbseitige Querschnitte durch die verschiedenen Hälften des Rückenmarks, wenn sie nur um eine einzige Wirbellänge von einander entfernt sind, weder das Gefühl noch die willkürliche Bewegung unterhalb beider Schnitte aufheben, resp. bedeutend stören. Die Ursache, weshalb bei den Säugethieren, an denen Eigenbrodt, Kölliker u. A. experimentirten, nicht gleiche Erfolge wie bei Fröschen nach beiderseitiger Halbirung des Rückenmarks beobachtet wurden, bleibt vorerst noch unerklärt; möglich, dass die Verletzungen der Art auf höhere Thiere eingreifender wirken, als auf Frösche, welche viel zäher sind, weit weniger gegen derartige Verletzungen empfindlich als die Säugethiere, auch z. B. Monate lang ohne Nahrung bleiben können, was bei Kaninchen, Hunden etc. doch nur wenige Tage

ohne Verlust des Lebens möglich ist. Dass in der Gruppirung und dem Verlaufe der Nervenfasern ein anderes Gesetz bei Fröschen walte als bei Säugethieren ist mir nicht wahrscheinlich.

Ich statuire demnach eine weit ausgedehntere Verbindung der Fasern beider Seitenhälften des Rückenmarks als Kölliker; und zwar eine Verbindung nicht blos durch Kreuzung oder directen Uebergang der Fasern aus einer Seitenhälfte in die andere, sondern eine noch bedeutend vervielfachte Verbindung durch die Nervenzellen innerhalb der grauen (selbst weissen) Substanz. Nehmen wir ein möglichst vereinfachtes Schema zu Hülfe (Taf. XXIII, Fig. A*), um die Sache zu versinnlichen. Wir wissen, dass die Nervenwurzeln (besonders auffallend die hinteren), a, a', bei ihrem Eintritt in's Rückenmark zum Theil der Länge nach laufen und Theile der weissen Substanz bilden, b, b', und zwar in der Richtung von unten nach oben und von oben nach unten hin; nach kürzerem oder längerem Laufe in dieser Richtung beugen sie in die horizontale oder quere Richtung um, und verlaufen in der grauen Substanz weiter, c, c', woselbst sie mit Nervenzellen, d, d', in Verbindung kommen. Von diesen Verbindungsstellen aus verlaufen die Fasern theils in querer Richtung weiter, und gehen zu einem kleineren oder grösseren Theile durch die Commissuren, e, e', in die graue und weisse Substanz der entgegengesetzten Seitenhälfte, g, g', theils verlaufen sie, direct oder auf Umwegen, gerade aufwärts oder gerade abwärts (um die Verbindungen mit höheren oder tieferen Nervenzellen herzustellen, oder in das Gehirn einzutreten), f, f, theils treten sie wieder aus der grauen Substanz der nämlichen oder der entgegengesetzten Seitenhälfte in die weisse ein, h, h, und bilden entweder die Communication der centralen hinteren und vorderen Nervenbahnen, und vice versa, oder Theile der weissen Substanz als Schräg-, Längs- oder Querfasern der verschiedenen Stränge, auf kürzere oder weitere Strecken, um in näheren oder entfernteren Stellen auf Umwegen in grauer oder weisser Substanz anderweite Verbindungen einzugehen, oder central oder peripherisch definitiv zu verlaufen.

Wird nun ein Querschnitt durch eine Hälfte des Rückenmarks dicht oberhalb des Nerven I der linken Seite (in der Richtung von A A') geführt, so sind zwar die unmittelbar unter dem Schnitte gelegenen Längsfasern des Rückenmarks, b, so wie die in die Nervenwurzel I eintretenden Fasern, b a, gelähmt, d. h. ausser Continuität mit dem Rückenmarke gesetzt; hingegen ein anderer Theil der Fasern der nämlichen Nervenwurzel, welcher von der Insertionsstelle im Rückenmarke an abwärts verlief, a' b' c', ist durch den Querschnitt A A' nicht ausser Continuität mit dem Rückenmark oder mit dem Centralorgane gesetzt, weil er mittelst der grauen Substanz und der Commissuren, d' e', mit der grauen und weissen Substanz der rechten Seitenhälfte des Rückenmarks in Verbindung steht (e' d' f g).

Durch die nämliche Verbindung sind aber alle unter dem Querschnitt A A' verlaufenden Fasern weisser Substanz der linken Seitenhälfte mit denen der rechten in ungestörter Continuität, daher der Querschnitt eine Lähmung derselben nicht bedingen kann.

Fügt man dem Schnitt A A' einen zweiten Querschnitt durch die andere Seitenhälfte des Rückenmarks, dicht über dem Nerven II, bei B B' hinzu, so wird wiederum nur ein kleinerer oder grösserer Theil der zum Nerven II'' tretenden Fasern ausser Continuität mit dem Centrum gesetzt, während ein anderer Theil der Fasern dieses Nerven, auf dem mit 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10—14 bezeichneten Wege, noch mit der anderen Seitenhälfte, resp. mit den unversehrten Theilen oberhalb des Schnittes B B', in Verbindung steht.

Erwägt man nun, dass die Verbindung der Primitivfasern des Rückenmarks untereinander so ungemein complicirt ist, dass bis jetzt eine genaue Darstellung derselben noch zu den Unmöglichkeiten gehört, und dass also mit der Vervielfachung der Verbindungen auch die Erleichterung der Communication der rechten Seitenhälfte des Rückenmarks mit der linken (und umgekehrt) zunimmt, so wird man zugeben, dass durch halbseitige Durchschneidungen des Rückenmarks zwar die normale Continuität sehr vieler Fasern des Rückenmarks zerstört werden kann, keineswegs aber die Innervation aller unter dem Schnitt befindlichen Längsfasern dadurch aufgehoben werden muss; dass halbseitige Durchschneidungen beider

Seitenhälften des Rückenmarks die Innervation aller unter den Schnitten gelegenen Fasern um so mehr hemmen, je näher die Schnitte an einander fallen; und umgekehrt, um so mehr Verbindungen durch die Commissuren und die graue Substanz beider Seitenhälften intact lassen, je entfernter die Schnitte von einander sind.

Dass die nach Längsspaltung des Rückenmarks fortdauernde Bewegung und Empfindung hiernach sich ebenfalls erklärt — ohne dass man genöthigt ist, mit Kölliker den ungeschwächten Einfluss aller Pyramidenfasern anzunehmen (gegen deren Verlauf in der ganzen Länge des Rückenmarks die Thatsachen sprechen, wie oben erwähnt worden) — begreift sich leicht. Wollte man Kölliker's Annahme statuiren, so würde die Wirksamkeit grauer Substanz bei Bewegungen ganz ausgeschlossen bleiben, oder bleiben können; eben so bei Empfindungen. Wie gross aber die Rolle ist, welche die graue Substanz sowohl bei der Bewegung wie bei der Empfindung hat, ist bekannt genug, und selbst Kölliker giebt p. 442 solche, freilich nur zu einem kleinen Theile, zu.

Aus diesen Gründen kann auch in den von Kölliker hier angeführten Thatsachen keine Stütze für den cerebralen Ursprung der Nervenfasern gefunden werden.

Kölliker sagt nun p. 441: „An und für sich könnten zwar freilich die sich kreuzenden Fasern auch einem intermediären Fasersysteme angehören, das nicht in die Nerven eintritt und dieselben nur mit dem Gehirn verbindet.“ Hier giebt Kölliker eine Andeutung über das Gesetz des Faserlaufs, welches ich nach den Resultaten meiner Untersuchungen als das richtige annehmen muss. Indess Kölliker hält es nicht für möglich, dass es so sei, denn er fährt gleich fort: „Allein man erinnere sich, dass der Uebergang der sich kreuzenden Fasern der vorderen Commissur in die vorderen Wurzeln von mir direct nachgewiesen wurde, dass somit eine Continuität der Fasern der Vorderstränge und der vorderen Wurzeln besteht. Gewiss wird Niemand annehmen wollen, dass diese Fasern, deren Beziehung zur bewussten Seele unzweifelhaft ist, nicht bis zum Gehirn gehen, sondern im Marke enden, so wenig als irgend Jemand eine Endigung der Pyramidenfasern etwa im Pons oder in den Hirnstielen anzunehmen geneigt sein wird. Wenn von diesen eine Erstreckung bis zu den Grosshirnganglien statuirt werden muss, so wird etwas Aehnliches auch bei den Fasern der Vorderstränge des Markes nicht abzuweisen sein, womit dann eben auch der cerebrale Ursprung eines Theiles der motorischen Wurzeln nachgewiesen ist, und ein neuer physiologischer Grund zu den übrigen schon oben auseinandergesetzten anatomischen dazu kommt, um ein Aufsteigen der Rückenmarksnerven zum Gehirn anzunehmen“ p. 441. Hiergegen ist zu bemerken, dass die Continuität der vorderen Wurzeln und der weissen Vorderstränge keineswegs in der von Kölliker angenommenen Weise vorhanden ist; die vorderen Wurzeln hängen mittelst der grauen Substanz mit der Commissura anterior zusammen, und noch Niemand hat eine und die nämliche Faser aus einer vorderen Wurzel bis in die vordere Commissur verfolgen können. Wenn die Fasern der vorderen Wurzeln im grauen Vorderhorn angelangt sind, und sich mit den Nervenzellen hierselbst in Verbindung setzen, so ist gar nicht mehr nachzuweisen, welche von den, aus den betreffenden Nervenzellen zu der Commissura anterior hintretenden, Fasern als unmittelbare Fortsetzungen, welche als neue Fasern, resp. Ausläufer der Zellen, d. h. als intermediäre Fasern zwischen Nervenwurzel und Commissur zu betrachten sind. Es ist eben so wenig nachzuweisen, ob die Zahl der aus einer vorderen Wurzel in die Substanz des grauen Vorderhorns eintretenden Primitivfasern — durch deren Eintritt in Nervenzellen — vermindert oder vermehrt wird, beides ist möglich, beides ist wahrscheinlich, beides findet wohl an vielen Stellen Statt; aber gerade die Annahme, welche Kölliker vertheidigt, dass die Fasern in ungeänderter Continuität, d. h. Anzahl, aus den Wurzeln in das Gehirn verlaufen, wird durch die Thatsache widerlegt, dass der Flächeninhalt der weissen Substanz von unten nach oben im Rückenmark nicht stetig zunimmt.

Demnach muss man allerdings in gewisser Beziehung eine Endigung von Fasern, sowohl der Nervenwurzeln wie der weissen Substanz, in den Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks

annehmen; mit dieser Endigung ist aber die Verbindung der betreffenden Fasern mit dem Gehirn nicht aufgehoben, sondern umgekehrt, sie besteht fort, nur vereinfacht; mehrere Fasern, 3—4 z. B., treten in eine Zelle; aus dieser braucht nur eine Faser zum Gehirn aufzusteigen, und die Verbindung der 3—4 Nervenwurzelfasern mit dem Gehirn ist also bewerkstelligt [76]). Mit dieser Annahme — für welche die Thatsachen reden — fällt die übrige Beweisführung Kölliker's für den cerebralen Ursprung der Nervenfasern. Ich übergehe deshalb auch die übrigen Erörterungen, welche Kölliker auf pag. 441 über den Verlauf der motorischen und sensiblen Nervenwurzeln im Marke giebt; nur die Bemerkung will ich hier nicht unterlassen, dass Kölliker die grosse Anzahl von horizontal laufenden Fasern, welche ich als die unmittelbaren Uebergänge der hinteren Nervenwurzeln in die vorderen betrachte, nicht annimmt, oder nicht berücksichtigt, sondern von jenen (Elementen der motorischen Wurzeln und der weissen Vorderstränge) behauptet, dass „alle in der Pyramidendecussation und der Markkreuzung der weissen Commissur zur entgegengesetzten Seite sich zu begeben scheinen," — ein Satz, welcher durch jeden passenden Querabschnitt aus dem Rückenmark widerlegt wird, in welchem man Fasern der hinteren Wurzeln in die vorderen der nämlichen Seite bündelweise übergehen sieht, ohne die andere Seitenhälfte zu berühren. — Da für die weissen Hinterstränge kein Kreuzungsort besteht, welcher dem der vorderen in den Pyramiden als Analogie an die Seite gesetzt werden könnte, so nimmt Kölliker p. 441, 442, diejenigen Fasern, „welche theils in der grauen Commissur, theils auch vielleicht in den Pyramiden sich decussiren, als vorzüglich der bewussten Empfindung dienend und zu den Ganglien des grossen Gehirns aufsteigend" an. Auch mit dieser Annahme stehen die anatomischen Ergebnisse meiner Untersuchungen nicht im Einklang. Die in der grauen Commissur sich kreuzenden Fasern gehören zu den querlaufenden, deren Aufsteigen zum Gehirn ganz unwahrscheinlich ist, weil die Masse der Fasern in grauer Substanz ebensowenig von unten nach oben stetig an Flächeninhalt zunimmt als die weisse Substanz; dass in den Pyramiden auch sensible Fasern (der weissen Hinterstränge, der hinteren Nervenwurzeln, des hinteren Theils der Seitenstränge) enthalten sein sollten — ist eine bis jetzt durch kein anatomisches oder physiologisches Factum nachgewiesene Annahme [77]).

Nach allen diesen Erörterungen muss wohl Kölliker's Annahme des cerebralen Ursprungs der Spinalnerven als nicht begründet angesehen werden.

Zwei Jahre nach der Veröffentlichung der Kölliker'schen Arbeit machte Schilling (l. c. pag. 9) in der von Kölliker befolgten Weise Querabschnitte aus den verschiedenen Höhen des in Chromsäure gehärteten Menschen-Rückenmarks, fand aber nicht die nämlichen Resultate wie Kölliker, „sed segmentis observandis non idem effecimus." Er gesteht zwar zu, dass im Cervicaltheil der Flächen-

[76]) Man wird hier zwar die Nichtunterbrechung der Leitung zugeben, aber die Möglichkeit läugnen, dass die Sicherheit in der Empfindung wie in der willkürlichen Bewegung Statt finden könne. Ich verweise auf das früher von mir Gesagte, über die Empfindung mittelst der dichotomisch getheilten Enden der sensitiven Primitivfasern, und über die Sicherheit der willkürlichen Bewegung mittelst der dichotomisch getheilten Enden der motorischen Fasern.

[77]) Ueber den Ursprungsort oder die Quelle für die hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks sagt Kölliker: „Dem Bemerkten zufolge beziehen die sensiblen Wurzeln ihre Fasern vorzüglich aus den Hintersträngen und Seitensträngen (der hinteren Hälfte) ihrer Seite, und wahrscheinlich auch durch die grauen Commissuren von den beiden genannten Strängen der anderen Seite. Ob ausser diesen noch andere, auf jeden Fall geringere Quellen für diese Wurzeln sich finden, bleibt unausgemacht, doch muss ich auch hier bemerken, dass mir keine mit Sicherheit auf etwas der Art deutende Thatsache aufgestossen ist." Kölliker, mikrosk. Anat. 1850, p. 421, 422; Gewebelehre 1852, 1. Aufl., p. 281; 2. Aufl., p. 298 (der letzte Satz fehlt in der Gewebelehre).

Mit dem Vorstehenden ist die Thatsache in Widerspruch, dass die Masse der weissen Hinter- und Seitenstränge nicht stetig vom Gehirn gegen die Cauda equina hin abnimmt, was durchaus der Fall sein müsste, wenn die genannten Stränge die Hauptquelle für die hinteren Nervenwurzeln wären. Wie endlich Kölliker die hintere (graue) Commissur als Quelle für die hinteren Nervenwurzeln — und zwar beider entgegengesetzten Seitenhälften — betrachten kann, ist mir nicht klar geworden. Kölliker müsste zugeben, dass die Fasern der hinteren Nervenwurzeln rechter und linker Seite eine Art Anse oder Schleife bilden, deren Mitte in der Commissura posterior enthalten sei. Damit wäre aber die Annahme nothwendig, dass die hinteren Nervenwurzeln der rechten und der linken Seitenhälfte aus einer einzigen continuirlichen Faser-Strecke bestehen. Diese Annahme kann aber nicht zugelassen werden, weil keinerlei Gründe dafür, sondern alle dagegen sprechen.

inhalt der weissen Substanz grösser sei als im Dorsaltheil, und in letzterem grösser als unterhalb der Lumbar-Anschwellung. An zwei Stellen aber wäre die stetige Zunahme des Flächeninhalts der weissen Substanz mit unbewaffneten Augen keineswegs zu beobachten. „Quae loca supra intumescentiam cervicalem aeque ac supra lumbalem sita sunt ita, ut in iis substantia alba manifesto minor appareat quam infra" (p. 9, 10). Dass diese Angabe Schilling's mit meinen Annahmen übereinstimmt, bedarf nur der Bemerkung.

Auch in Bezug auf den Flächeninhalt der grauen Substanz stimmt Schilling nicht mit Kölliker überein. Er findet, dass Kölliker die graue Substanz in der Brustanschwellung zu gross angegeben habe. „... segmenta intumescentiae cervicalis substantiam griseam nunquam nobis praebebant tantam, quantam imago (l. c. p. 431, Fig. D) ostendit a Kölliker exhibita." Die weisse Substanz habe aber Kölliker zu klein angegeben ... „at substantiam albam, quamquam non pariter crescit atque grisea, ampliorem tamen in ipsa intumescentia cervicali quam supra eandem certo invenimus." Meine Untersuchungen stimmen hier ganz mit Schilling überein.

Schilling glaubte auch auf Längsdurchschnittsflächen gefunden zu haben, dass vom Gehirn abwärts zu der Brustanschwellung hin (graue und) weisse Substanz an Volum zunehmen. Er schnitt ein 1 Zoll langes Stück Rückenmark unmittelbar über der Brustanschwellung aus, theilte solches in den Fissuren in zwei Seitenhälften, und machte nun durch die Mitte der einen Hälfte einen, den Fissuren parallelen, Längsschnitt, durch die Mitte der anderen Hälfte einen in rechtem Winkel durch die Fissuren gehenden Längsschnitt. Auf den so gewonnenen Längsdurchschnittsflächen fand Schilling mit unbewaffnetem Auge das oben bezeichnete Resultat: „in illa medullae regione deorsum a cerebro magis magisque augeri substantiam albam." Auch auf Querabschnitten, durch Ausmessung der hauptsächlichsten Durchmesser, fand Schilling ein gleiches Resultat; und wie über der Brustanschwellung, so fand Schilling auch über der Lendenanschwellung ein gleiches Verhältniss. Schilling hatte Abbildungen von Querabschnitten, „per totam medullam hominis atque felis facta," mit Cirkel und Maassstab sorgfältig angefertigt, „summa cura secundum naturam delineatae sunt (icones)," und an diesen ebenfalls gefunden, dass sie: „in regione cervicali, quam diximus (unmittelbar über der Anschwellung), atque lumbali idem incrementum substantiae albae deorsum a cerebro ostendebant."

Schilling schliesst hieraus „... mensiones eas, quae a Kölliker factae sunt, ad ejus conjecturam firmandam parum sufficere."

Ueberdiess weist Schilling mit Recht auf den Mangel der scharfen Gränze zwischen grauer und weisser Substanz, auf die Ausläufer beider in einander, auf die vielen Querfasern der weissen Substanz, welche aus der grauen in erstere eintreten (und umgekehrt), und auf die centralen Nervenbahnen, welche, streng genommen, von der weissen Substanz, d. h. deren Längsfasern die zum Gehirn aufsteigen, ausgeschlossen werden müssten, hin; und vor allem auch darauf, dass mit unbewaffnetem Auge die abgesonderten Theile der in grauer Substanz enthaltenen weissen, et vice versa, nicht genügend gesehen werden könnten, also ohne Mikroskop diese Frage gar nicht entschieden werden könne.

Schilling bringt noch einen anderen guten Grund gegen die Annahme Kölliker's. Er fand die Länge des Cervicaltheils eines Menschen-Rückenmarks = 4 Zoll; die des Dorsaltheils = 8 Zoll; die des Lumbar- und Sacraltheils = 3 Zoll.

Nahm Schilling die von Kölliker berechneten Maasse des Flächeninhalts der Nervenwurzeln als richtig an, nämlich aller Cervicalnerven = 14,□‴78, der Dorsalnerven = 10,□‴55, der Lumbo-Sacral-Nerven = 14,□‴62, und zog er in Erwägung, dass aus dem nur 3 Zoll langen Lumbo-Sacraltheil des Rückenmarks eben so viel Nervenfasern abgiengen, wie aus dem 4 Zoll langen Cervicaltheil, während aus dem 8 Zoll langen Dorsaltheil eine viel geringere Zahl von Nervenfasern abtraten (Verhältniss der Fasermengen der Nervenwurzeln zu der Länge der Rückenmarks-Theile = 2,8 : 1 : 3,6), so musste hieraus der Schluss gezogen werden, dass im Lumbo-Sacraltheil die Querfasern der centralen

Nervenwurzelbahnen viel mehr Antheil an der Bildung der weissen Substanz haben, als im Cervicaltheil, in diesem aber mehr als im Dorsaltheil haben. Aus dieser Thatsache geht aber hervor, wie sehr man sich zu hüten habe, aus der Vermehrung des Flächeninhalts der weissen Substanz auf eine Vermehrung der darin enthaltenen Längsfasern zu schliessen, da jene Flächeninhaltsvermehrung von quer durch das Rückenmark verlaufenden Fasern abhängt, die den (centralen) Nervenbahnen zuzuzählen sind, und die in die Nervenwurzeln übergehen. Da nun Kölliker (p. 419) selbst annimmt, dass die Nervenwurzeln erst quer durch die weisse Substanz gehen, dann in die graue sich einsenken, aus dieser aber bogenförmig wieder heraustreten und von Neuem in die weisse Substanz einstrahlen, „bis nahe an die Hälfte oder selbst über die Hälfte der Seitenstränge hinaus", und dann erst aufwärts steigen, — so müsste selbst nach Kölliker der Antheil, welchen die quer verlaufenden Fasern an der Vermehrung des Flächeninhalts der weissen Substanz haben, noch viel höher berechnet werden, als Schilling that. Schilling spricht sich bei dieser Gelegenheit dahin aus, dass den Nervenwurzeln ein wichtiger Antheil an der Bildung der Anschwellungen im Rückenmark zukomme.

Mit allen diesen Deductionen Schilling's muss ich mich völlig einverstanden erklären.

Schilling stellt ferner (l. c. p. 16, 17) die von Kölliker gefundenen Summen der Querdurchschnitts-Flächen aller Nervenwurzeln von unten aufwärts in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks in Parallele mit dem Flächeninhalt der weissen Substanz der verschiedenen Höhen des Rückenmarks, wie das von mir genauer und specieller (s. o. p. 608—611) geschehen ist.

Schilling schliesst dann, dass auch hieraus nicht gefolgert werden könne: „substantiam albam totam conformatam esse ex fibris nervorum spinalium ad cerebrum proficiscentibus . . . hinc tamen neutiquam concludas"; denn die weisse Substanz vermehrt sich von unten aufwärts nicht in gleicher Proportion wie der Flächeninhalt der Summe der Nervenwurzeln, aber auch nicht entsprechend dem Flächeninhalt der grauen Substanz (wenn man annimmt, dass alle Längsfasern der weissen Substanz aus der grauen kommen) — die in Bezug auf ihre Masse den Nervenwurzeln proportional sich verhalte, — was doch, nach Kölliker's Annahme, so sein müsste; „nam si fingas, omnes substantiae albae fibras longitudinales ex substantia cinerea oriri atque ad cerebrum tendere, amplitudinem vero substantiae albae idcirco pendere ex volumine substantiae cinereae — id quod infra demonstrabitur — substantia alba jam tibi crescet eadem ratione, qua nervorum spinalium numerus ac crassitudo, quia moles horum volumini substantiae cinereae respondet" (p. 17).

Dass die centralen Bahnen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln zum Theil der Länge nach in der weissen Substanz verlaufen, giebt auch Schilling (p. 27, 28) an; und er versucht selbst zu bestimmen, in welcher Strecke die centralen Nervenbahnen Längsfasern der weissen Rückenmarks-Stränge bilden. Schilling vergleicht die Länge der Rückenmarks-Stücke mit der Zahl der aus ihr entspringenden Nerven, und dividirt letzere in erstere. Da nun der Cervicaltheil, vier Zoll lang, acht Nervenwurzelpaare enthält, so theilt Schilling jedem Nervenpaar einen Lauf von 0,5″ Länge innerhalb dieses Rückenmarks-Stücks zu. „Si enim mensurae, quas supra proposuimus de longitudine partium medullae spinalis, cum nervorum numero conferuntur, satis apparet, parti cervicali quatuordigitali esse nervos octo, quibus singulis, crassitudine aequabili posita, 0,5″ longitudinis medullae spinalis tribuendae sint." Für den Dorsaltheil berechnet Schilling 0,66″, für den Lumbo-Sacraltheil 0,3″, als diejenige Strecke, innerhalb welcher sie im Rückenmark der Länge nach verlaufen sollen. Schilling schliesst (p. 28), dass demnach die dünnsten Spinalnerven, nämlich die Dorsales, die längste Strecke im Rückenmark der Länge nach verlaufen; die dicksten, nämlich die Lumbales, die kürzeste Strecke longitudinal durchlaufen. „Ergo nervi spinales tenuissimi, qui sunt dorsales, inter decursum centralem quam maxime, nervi vero crassissimi, qui sunt lumbales, quam minime ad longitudinem medullae spinalis dispersi repeRiuntur." Die grössere Anzahl von Primitivfasern, welche in den Lumbal- und Cervicalnerven enthalten sei, erhalte dadurch Platz innerhalb der weissen Substanz, dass sie mehr in die Quere sich ausbreiteten,

und zugleich der Länge nach, insbesondere im untersten Rückenmarkstheile, näher an einander lägen. „Majori fibrarum, quas nervi cervicales ac lumbales continent, numero locus per substantiam albam discedendi paratur eo, quod illae in transversum magis dissipantur, ac simul in longitudinem, praesertim in infima medullae parte, aliae ad alias propius accedunt.“

Mit dieser Deduction kann ich mich indess in keiner Weise einverstanden erklären, sofern sie die Weite des Weges betrifft, den die centralen Nervenbahnen der Länge nach im Rückenmark einnehmen sollen. Schilling geht von dem Grundsatz aus, dass z. B. die Nerven des Cervicaltheils nur in diesem, nicht auch im Dorsaltheil verlaufen, und vice versa. Dieser Grundsatz ist unbewiesen; daher die ganze Methode der Berechnung schon deshalb auf keinem sicheren Grunde beruht. Hauptsächlich aber ist sie darum ungerechtfertigt, weil die Annahme, dass alle Nerven eines bestimmten Rückenmarksgebiets eine gleich lange Strecke dieses Gebiets durchlaufen sollen, ganz willkürlich ist. Nicht minder ungerechtfertigt ist Schilling's Annahme, dass die dicken Nerven vorzugsweise quer, und, wenn der Länge nach, dann näher an einander verliefen, als die dünneren Nerven. Schilling sah in Querabschnitten durch die Anschwellungen begreiflicher Weise sowohl die Querfasern wie die Längsfasern in grösserer Zahl, resp. näher aneinander; daraus folgt aber nicht das von ihm darauf construirte Gesetz. Ich glaube, dass die von mir oben versuchte Ermittelung, die sich auf den Vergleich der Flächeninhalts-Vermehrung oder -Verminderung der grauen und weissen Substanz mit dem Flächeninhalte der eintretenden Nervenwurzeln bezieht, eine richtigere Basis für diese Untersuchung abgiebt, als die von Schilling gewählte.

Nach Schilling (p. 58 u. a. O.) tritt also keine Faser der Spinalnerven in's Gehirn, sondern alle enden in der grauen Substanz, nahe bei ihrer Eintrittsstelle in's Rückenmark, und sie hängen mit den eigentlichen Längsfasern der weissen Substanz nicht zusammen. „Licet igitur statuamus, fibras primitivas radicum nervorum spinalium non cohaerere cum fibris longitudinalibus substantiae albae medullae spinalis“

Dagegen entspringen aus der grauen Substanz Fasern, welche von der Ursprungsstelle bis zum Gehirn in Continuität verlaufen. „... Fibras longitudinales, ex substantia grisea exortas, inde ab origine usque ad cerebrum decursu continuo transferri“ (p. 60).

Mit dem ersten Satze bin ich nur theilweise einverstanden, weil ich allerdings annehmen muss, dass die Längsfasern der weissen Substanz durch die Nervenwurzeln theilweise gebildet werden.

Mit dem zweiten Satze bin ich gänzlich einverstanden.

Den Ursprung der vorderen Nervenwurzeln findet Schilling (p. 61 u. a. O.) in den Nervenzellen der Vorderhörner. „Fibrae radicum anteriorum nervorum spinalium ex cornu anteriore substantiae griseae et quidem ex ejus cellulis nerveis originem ducunt.“ Die grosse Mehrzahl der Fasern betreffend, so stimme ich mit Schilling überein; aber ein Theil dieser Fasern hat einen peripherischen Ursprung, und diesen kannte Schilling nicht; wenn er sagt (p. 31) „nunquam vero fibrae radicum posteriorum in cornu anterius introeunt,“ so stehen hier entschiedene Thatsachen gegenüber, welche Schilling ebenfalls nicht kannte.

Diese Untersuchungen Schilling's deuten unstreitig in mancher wichtigen Beziehung diejenigen Punkte an, welche gegen Kölliker's Annahme des cerebralen Ursprungs der Nervenwurzeln sprechen.

Kölliker's Annahme wurde nachher von anderer Seite zu widerlegen gesucht. Es geschah dieses durch die Untersuchungen von Bratsch und Ranchner, durch Vergleichung des Flächeninhalts der Nervenwurzeln mit dem der weissen Substanz im obersten Cervicaltheil.

Den Flächeninhalt der Nervenwurzeln berechneten Bratsch und Ranchner (p. 58, 59 u. ff.) an einer Kalbsmissgeburt (Diplomyelia totalis) nach Volkmann's und Kölliker's Vorgang. „Es wurden auf jeder Hälfte drei Nerven aus verschiedenen Regionen, da wo sie am dicksten, am dünnsten und von mittlerem Caliber sind, gemessen, aus der Summe der Durchschnittsflächen sodann die mittlere

Durchschnittsfläche für die Nerven jeder Hälfte bestimmt.“ Die Messung geschah am linken Rückenmark „an den Stämmen der Wurzeln vor ihrem Durchtritte durch die Dura mater, die ihrer geringeren Zahl und dickeren Beschaffenheit wegen sich leichter zählen und messen liessen“ . . ., am rechten Rückenmark „wurden die Nervenstämme unmittelbar am Ganglion, nach ihrer Constituirung aus beiden Wurzeln im Canalis vertebralis, gemessen.“ [78])

Es betrugen hiernach an dem rechten Rückenmark

. . . die sämmtlichen Wurzeln der inneren (verkümmerten) Seite = 8,427□'''
. . . die weisse Substanz in der Höhe des 3. Halsnerven = 10,125 „
. . . die Nervenröhren der grauen Substanz dazugezählt = 11,125 „
. . . die sämmtlichen Wurzeln der rechten (entwickelten) Seite = 54,950 „
. . . die weisse Substanz in der Höhe des 3. Halsnerven = 9,275 „
. . . die Nerven der grauen Substanz dazugezählt = 10,902 „

Es übertrifft also die Masse der Nerven jene des Halsmarks um das 4½fache.

Es betrugen am linken Rückenmark

. . . die sämmtlichen Wurzeln der inneren (verkümmerten) Seite = 9,858 „
. . . die sämmtlichen Wurzeln der äusseren (entwickelten) Seite = 59,602 „

Verglichen mit der weissen Substanz des rechten Rückenmarks, „verhält sich auf der äusseren Hälfte also der Flächeninhalt der Nervenwurzeln zu jenem

der weissen Rückenmarks-Masse wie 59,□'''602 : 10,□'''902 = 5²/₅ : 1,
auf der inneren Hälfte wie . . . 9,□'''858 : 11,□'''125 = ⁴/₅ : 1.“

Bratsch und Ranchner berechnen nun noch die Verschmälerung der Nervenwurzeln im Rückenmark, nach Kölliker's Vorgang, im Allgemeinen = 4 : 1. Hiernach beträgt (p. 61) auf der äusseren Hälfte (wo die entwickelten Nerven abgehen) der Flächeninhalt der Nervenwurzeln 4□''' mehr als derjenige der weissen Substanz im Halstheil; an der inneren Hälfte (mit den verkümmerten Nerven) beträgt der Flächeninhalt der Nervenwurzeln 5½ Mal weniger als der der weissen Substanz.

Aus diesen Angaben schliessen Bratsch und Ranchner, dass man „eigenthümliche, dem Rückenmark als solchem angehörige Fasern annehmen müsse, welche von der blossen Fortsetzung der peripherischen Nervenröhren zum Gehirn nicht abgeleitet werden können“ (p. 61). Dieser Schluss, welcher auch mit dem Ergebniss meiner eigenen Untersuchungen übereinstimmt, und von dessen Richtigkeit die Majorität der Thatsachen zeugt, ist aber von Bratsch und Ranchner nicht in einer Weise begründet, dass er der strengen Critik gegenüber gerechtfertigt erscheinen könnte.

Bratsch und Ranchner haben nämlich auf eine nicht genügend bewiesene und nicht hinreichend gegründete Voraussetzung ihre Schlüsse gebaut, die daher begreiflicher Weise auch nicht als entscheidend betrachtet werden können.

Die Verdünnung der Fasern im Mark ist nicht so auffallend, wie sie annehmen. Der Hauptfehler besteht aber in Folgendem: Bratsch und Ranchner vergleichen hier den Flächeninhalt der

[78]) Bratsch und Ranchner geben nicht genau an, mit welchen Mitteln sie die Nervenwurzeln gemessen haben; sie sagen, dass sie bei'm linken Rückenmark die Wurzelstämme vor ihrem Durchtritt durch die Dura mater maassen; am rechten Rückenmark unmittelbar am Ganglion. Da sie nun von ersteren (§. 9, p. 59) angeben, dass auf der inneren Hälfte „die grössten Stämme ⅓□''', und die kleinsten ⅛□''' messen, dagegen auf der äusseren Hälfte der grösste Nerv ¾''', der kleinste ⅛''' im Durchmesser hielt“ (p. 60), so scheint es, dass diese Maasse mit Maasstab und Cirkel gewonnen wurden; während die Maasse für die Nervenwurzeln des rechten Rückenmarks, welche sie nach ¹/₁₀₀₀₀₀ einer □''' bestimmen, mikrometrisch ermittelt wurden. Ueber die mikrometrische Bestimmung des Flächeninhalts frischer Nervenwurzeln habe ich bereits früher gezeigt, dass sie auffallenden Fehlern unterliegt; dass diese aber bei gröberer Messung mit Cirkel und Maasstab noch auffallender sein müssen, versteht sich von selbst. Die Maassangaben von Bratsch und Ranchner können also nur als von fern approximative angesehen werden.

Nervenwurzeln des linken Rückenmarks mit dem von ihnen berechneten Flächeninhalt der weissen Substanz des rechten Rückenmarks, und schliessen nun hieraus auf das Flächeninhalts-Verhältniss der Nervenwurzeln des linken Rückenmarks zu dem der weissen Substanz des nämlichen Rückenmarks, was unzulässig ist, so lange nicht vorher gezeigt worden, dass der Flächeninhalt der weissen Substanz in dem Cervicaltheil des rechten Rückenmarks dem des linken ganz gleich ist. Dieser Umstand nimmt den Angaben der beiden Forscher ein Bedeutendes von ihrem Werthe; jedoch macht er die Mittheilungen in so fern immerhin brauchbar, als anzunehmen ist, dass, im Groben genommen, der Flächeninhalt der weissen Substanz beider Rückenmarke an betreffender Stelle gleich ist, und in so fern, als die allgemeinen von Bratsch und Ranchner gezogenen Resultate mit denen von Volkmann, Schilling und mit meinen eigenen darin übereinstimmen, dass der Flächeninhalt der Nervenwurzeln zu viel grösser ist, im Vergleich mit dem der weissen Substanz in dem obersten Cervicaltheil des Rückenmarks, als dass man annehmen könnte, die sämmtlichen Nervenwurzelfasern seien darin enthalten.

Bratsch und Ranchner (p. 42) erkennen den Werth der Volkmann'schen Messungen an, und heben hervor, dass selbst bei der Annahme einer Verdünnung der Nervenfasern im Marke von 3 : 1 immer noch ein Ueberschuss der Nervenwurzel-Masse, die 2 Mal so gross als die des Halsmarks sei, bleibe. Ausserdem aber habe Volkmann weder die graue Substanz, noch die Höhle (Centralcanal) in Abgzug gebracht, seinem Beweise zum Nachtheil.

Bratsch und Ranchner behaupten nun, dass „die Summe der Fibern (im Rückenmark) nicht in dem Grade nach rückwärts abnimmt, als Nerven vom Rückenmark abgehen, sondern weit hinten fast eben so gross, wo nicht grösser ist als vorn" (p. 44). In dieser Behauptung liegt allerdings ein Stück Wahrheit, und meine eigenen Untersuchungen stimmen damit in gewisser Beziehung überein.

Bratsch und Ranchner (p. 44) nehmen daher als wahrscheinlich an, dass „Fasern, vom Gehirn kommend, zwar theilweise an den entsprechenden Nervenstellen abtreten, anderntheils aber noch weiter im Rückenmark fortlaufen, und dass dem Rückenmark eigene Fasern vorkommen."

Auch mit dieser Behauptung stimmen meine Untersuchungen zum Theil überein, insofern als auch ich annehme, dass in allen Höhen des Rückenmarks neue Fasern entspringen, welche continuirlich aufwärts zum Gehirn verlaufen. Dass aber ein Theil von Spinalnervenwurzel-Elementen, von ihrer Eintrittsstelle an bis in das Gehirn, in ununterbrochener Continuität aufwärts verlaufe, wie Bratsch und Ranchner glauben, das ist durch nichts bewiesen, und durch meine Untersuchungen unwahrscheinlich gemacht, wenn nicht widerlegt.

Den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln vermuthen Bratsch und Ranchner (p. 62) nicht ausschliesslich in den hinteren weissen Strängen, weil sie an dem Kalbe mit Diplomyelia fanden, dass die Nerven auf der äusseren (entwickelten) Seitenhälfte 6 Mal, und auf der inneren 2 Mal so viel Masse enthielten als der entsprechende Hinterstrang.

Dagegen glauben dieselben, dass „die Nervenentwicklung der vorderen wie der hinteren Wurzeln mit der Stärke der grauen Masse in directem Verhältnisse stehe" ... weil in beiden Hälften des Rückenmarks „jedesmal nicht nur das hintere Horn, sondern auch das vordere, entsprechend der rudimentären oder entwickelten Beschaffenheit der Nerven, kleiner oder grösser ist."

Im Ganzen bin ich hiermit einverstanden (s. o. p. 612). Da ausserdem Bratsch und Ranchner die weissen Vorder- und Seitenstränge auf der inneren Hälfte nicht den vorderen (rudimentären) Nervenwurzeln entsprechend verkleinert fanden, so glauben sie um so mehr, „dass die Nervenwurzeln in der grauen Substanz — zum grossen Theile wenigstens — wirklich anheben."

Meine Untersuchungen stimmen, was die vorderen Nervenwurzeln betrifft, zum Theil hiermit überein; nicht aber in Bezug auf den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln.

Auch Blattmann ist gegen die Annahme eines cerebralen Ursprungs der Nerven (l. c. p. 37 ff.). Er stützt sich auf Volkmann's Angaben:

1) Das Rückenmark bildet keinen umgekehrten Kegel, weder im Ganzen, noch in seiner weissen Substanz allein; es verdünnt sich vielmehr zwischen den Anschwellungen. „Sollten also dennoch sämmtliche Nervenwurzeln in das Gehirn verlaufen, so müsste, nach Abzug des durch ihren allmähligen Zusammentritt gebildeten einfachen Kegels, ein Theil der Rückenmarksmasse übrig bleiben, welcher die vorhandenen Abweichungen von dieser einfachen Form erzeugte. Die graue Masse allein macht diesen Theil nicht aus, was die Messungen beweisen. Der deshalb nothwendig auf die weisse Masse fallende Antheil daran lässt sich aber nicht denken, ohne dass man im Rückenmark freie Enden (oder Endschlingen) so vieler Fasern annimmt, als neben der grauen Masse nöthig sind, um den von den übrigen bis zum Gehirn verlaufenden Fasern gebildeten umgekehrten Kegel bis zu der wirklichen Gestalt des Rückenmarks zu ergänzen, oder — der anatomischen Beobachtung zuwider — Windungen der tiefer unten eintretenden Fasern willkürlich voraussetzt, welche jene Massenunterschiede bewirken würden" (l. c. p. 39).

2) Der Umfang des Rückenmarks am Hirnende reicht nicht aus, um sämmtliche Fasern der Rückenmarksnervenwurzeln in sich zu enthalten oder aufzunehmen; nur wenn man eine Verdünnung der Nerven bis zu $^1/_{11}$ ihres ursprünglichen Durchmessers statuiren wollte — würde das möglich sein. Solche Verdünnung existirt aber nicht.

3) Die Zunahme der Dicke des Rückenmarks da, wo die dicksten Nerven von ihm abgehen, betreffend, so entspricht bei manchen Thieren (Knochenfischen) den zu den Brustflossen abgehenden Nervenpaaren eine regelmässige Anzahl von Anschwellungen. „Bei den Ophidiern verursacht der Eintritt jedes Nerven eine evidente Anschwellung im Rückenmark. Bei den Reptilien, welche keine ausgebildeten Extremitäten besitzen, findet sich auch keine Lenden- und Hals-Anschwellung im Rückenmarke."

In diesen Deductionen finden sich keine anderen Gründe als die, welche Volkmann bereits beigebracht hatte.

Den Ursprung der vorderen Nervenwurzeln aus den Gruppen der Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern des Rückenmarks fand van der Kolk, p. 9, und schliesst daraus, dass die vorderen Nervenwurzeln nicht nach oben längs des Rückenmarks zum Gehirn verlaufen (mit Volkmann und Wagner), „maar alle uit groepen van multipolaire gangliëncellen ontspringen."

V. d. Kolk meint nun ferner, dass obwohl die Bewegungsnerven aus Gruppen zusammenhängender multipolarer Nervenzellen entspringen, doch die Fortsätze der letzteren mit Längsfasern der weissen Vorderstränge des Rückenmarks zusammenhängen (p. 10). Die weissen Vorderstränge seien die Leiter des Willens, dessen Eindruck auf die Nervenzellen, und von diesen auf alle aus ihnen entspringenden Nervenwurzeln übergehe (p. 10).

Im Allgemeinen stimmen diese Ansichten van der Kolk's auch mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Jedoch statuirt v. d. Kolk nicht die Längsfasern der weissen Vorderstränge, die von den vorderen centralen Nervenbahnen gebildet werden, und nicht die centralen vorderen Nervenbahnen, welche aus den hinteren direct entspringen.

Nach Lenhossék's Ansicht entspringen die Primitivfasern sämmtlicher Nerven aus der Gangliensubstanz (p. 23), welche an der äussersten Spitze des Conus medullaris beginnt, „und durch das ganze Rückenmark aufwärts sich erstreckt."

Es liegt hierin ein Theil Wahrheit; aber nicht eine absolute, wie meine Untersuchungen zeigen. Dasselbe gilt von Remak's und Metzler's Ansichten über diesen Punkt.

Den Ursprung der Nervenprimitivfasern von den Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks hatte Remak [79]) zuerst angenommen. Er sagte: „... etiam a globulis nucleatis substantiae

[79]) Remak, Observ. anatom. 1838. p. 16.

spongiosae, qui plerumque illos gangliorum et cerebri magnitudine superant, fasciculi microscopici oriuntur, latitudine tubulos primitivos fere aequantes, ex pluribus fibris non tubulosis sed plerumque asperis et saepe tanquam tortuose positis constantes, tum fasciculis microscopicis, qui a globulis gangliorum oriuntur ... tum fibris primitivis (tubulorum), a quibus tamen majori asperitate et majori ad ramificationem proclivitate differunt, satis similes."

Die Zahl der Nervenzellen und Dicke der Nervenwurzeln an verschiedenen Stellen des Rückenmarks entsprechen einander, nach Metzler (p. 54). Im Allgemeinen ist dies zuzugeben. Wenn aber Metzler daraus schliesst, dass alle Nervenfasern im Rückenmark von Nervenzellen entspringen (p. 54), so steht diese Behauptung ohne genügende Gründe. Es scheint mir überflüssig, solches hier genauer nochmals zu erörtern.

* * *

Einen neuen Weg zur Ermittelung des Ursprungs (und Verlaufs) der Nervenprimitivfasern gründete Waller[80]) auf die eigenthümlichen und sehr auffallenden Veränderungen der feinsten Textur, welche die Fasern eines jeden Nerven, nach seiner Trennung vom Centrum, resp. nach der Durchschneidung, längs seines ganzen Laufs bis in die Endverzweigungen hinein zeigen. Diese Veränderungen beschrieb Waller bereits im Jahre 1850[81]). Sie sind so auffallend, dass Waller solche als Mittel benutzte, um die Ausbreitung gewisser Nerven in bestimmten Geweben, z. B. der sensiblen und motorischen Nerven in der Zunge des Frosches, mikroskopisch zu verfolgen. Nach Durchschneidung des Stammes des N. hypoglossus eines Frosches fand Waller, 4 bis 5 Tage nachher, in den peripherischen Ausbreitungen des betreffenden Nerven, Querstreifen im Mark: „dans la substance intratubulaire des lignes transversales, indiquant déjà une solution de continuité dans cette substance." Nach 10 Tagen zeigten sich in den Nervenröhren nur rundliche oder längliche Kügelchen ... „les tuyaux nerveux ne renferment plus que de globules sphériques ou oblongs, d'un aspect plus on moins trouble." Noch später findet man diese Masse in schwarze Körnchen ... „converties en granules noirs" ... umgeändert, welche chemisch vom normalen Nerveninhalt verschieden sind, indem sie bei der Einwirkung von Säuren und Alkalien unverändert bleiben.

Von diesem Zeitpunkt an besteht die fernere Veränderung in den Primitivnervenfasern in dem allmähligen Verschwinden ... „dans l'élimination des ces granules noirs" ... der Körnchen, welche bei'm ausgewachsenen Frosch sehr langsam, bei jungen Thieren sehr rasch von Statten geht; denn nach einem Jahre und länger findet man solche bei alten Subjecten noch zahlreich in den übrigens leeren [?] Nervenröhren vor; bei jungen sind sie nach 20 bis 30 Tagen schon verschwunden.

Diese Veränderungen in den Primitivnervenfasern findet man, von dem Orte der Durchschneidung an, durch die ganze Länge des Nerven bis in seine Endausbreitungen, während der Nerv zwischen dem Schnitt und dem Centralorgan durchaus normal bleibt. Mit Hülfe dieser Veränderungen kann man, nach Waller, genau den Lauf und die Vertheilung eines Nerven erkennen, indem man den betreffenden Organ-Theil (Froschzunge) mit einer schwachen Kali-Solution behandelt, welche das Epithel auflöst.

Waller sagt (p. 9), wenn es möglich wäre, auf chemischem Wege die sensitiven Nerven innerhalb eines Gewebes oder Organs und die motorischen dadurch von einander diagnosticirbar zu machen, dass man jene längs ihres ganzen Verlaufs schwarz färbe, während diese ihre natürliche weisse

[80]) Augustus Waller, nouvelle méthode anatomique pour l'investigation du système nerveux. 1ère partie, lettre envoyée à l'académie des Sciences à Paris (le 23 Novembre 1851). Bonn 1852, 4°, mit 2 lithogr. Tafeln. Die früheren Arbeiten über diesen Gegenstand von Nasse, Steinrück, Stannius u. A. sind von Waller, und auch von Schiff (s. u.) citirt worden. [81]) Waller, Philosophical Transactions, 1850, II. part.

Farbe behielten, so würde man diese Thatsache als eine für die Anatomie sehr wichtige betrachten, und würde sich beeilen, nach dieser Methode alle Nerven des Körpers zu untersuchen. Die Durchschneidung der Nerven sei aber in jeder Hinsicht als ein solches Mittel anzusehen. Diese Durchschneidung (p. 18) sei die zur höchsten Perfection ausgebildete Isolirmethode, welche, dem Faden der Ariadne gleich, zur Kenntniss des feinsten Verlaufs und der feinsten und verwickeltsten Anastomosen der Nerven führen müsse, welche ferner den Einfluss der Ganglien auf die Nerven, welche durchgehen oder darin enden, resp. entspringen, darlegen müssten.

Es lässt sich nicht läugnen, dass die Idee Waller's eine sehr fruchtbringende genannt werden muss, und dass ihr eine wichtige Zukunft bevorsteht. Jedoch liegt es in der Mangelhaftigkeit unserer Hülfsmittel der Untersuchung, dass sie für den centralen Faserlauf (im Rückenmark und Gehirn) wohl schwerlich in grosser Ausdehnung anwendbar sein, oder Nutzen bringen wird; ihr Nutzen wird sich auf die peripherischen Nerven, und namentlich nur bei sehr kleinen Objecten, resp. Individuen beschränken. Immerhin aber hat sie auch in Bezug auf die nervösen Centralorgane eine gewisse Bedeutung, wie sich aus den folgenden Mittheilungen ergeben wird.

Waller (l. c. p. 23) machte folgende Erfahrungen: Schneidet man die hintere Wurzel des 2. Spinalnerven (Halsnerven) eines Hundes durch, so verliert zwar der N. occipitalis major seine Sensibilität, aber die Primitivfasern dieses Nerven desorganisiren niemals und nirgends in seiner peripherischen Ausbreitung. Die Desorganisation aber findet völlig Statt, sobald der Nerv unterhalb des Ganglion durchschnitten wird. Das Nervenstück, welches am Ganglion ansitzt (also oberhalb des Schnitts) bleibt normal, eben so die hinteren und vorderen Wurzeln dieses Ganglions.

Schneidet man die hintere Nervenwurzel (in der Mitte) durch, so desorganisirt das am Rückenmark hängende Fragment der Nervenwurzel, und diese Desorganisation verfolgt man eine kleine Strecke in den weissen Hinterstrang des Rückenmarks, in der Richtung von unten aufwärts. Der an dem Ganglion ansitzende Theil der Nervenwurzel aber bleibt normal (seine Primitivfasern desorganisiren sich nicht). Waller schliesst daraus, dass, wenn man das Ganglion als bipolaren Körper betrachtet, jeder Theil des centralen und peripherischen Pols, welcher von dem Ganglion abgetrennt ist, sich desorganisirt, während jeder mit dem Ganglion in Verbindung bleibende Theil der Pole in normalem Zustande verharrt. Ist das Ganglion selbst desorganisirt, so werden die Nervenwurzeln wie seine peripherischen Ausläufer von gleicher Desorganisation befallen. Nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln bleibt das am Rückenmark hängende centrale oder spinale Stück der Wurzel normal, dagegen desorganisiren alle Fasern des peripherischen Stücks dieser Wurzel (unterhalb des Durchschnitts). Die nach einer Nervendurchschneidung entstehende Regeneration der Primitivfasern geht bei den motorischen Nerven, und am peripherischen Pole des Ganglions, vom Centrum zur Peripherie oder in centrifugaler Richtung; am Wurzelpole (centralen) des Ganglions in centripetaler Richtung, vom Ganglion-Ende gegen das Rückenmark hin.

Waller schliesst hieraus (p. 24), dass die sensitiven Nervenfasern sich von den normalen peripherischen und centralen Polen der Nervenzellen (der Ganglien) aus entwickeln, von hier aus sich zur Peripherie, und in das Rückenmark bis zu einer unbekannten Länge, erstrecken; dass die Nervenzelle (das Ganglion) demnach das Centralorgan für die Bildung und die Nutrition der von ihr ausgehenden peripherischen und centralen Fasern ist. Waller nennt daher die Nervenzelle: „corpuscule neurogénotrophe,“ und das Ganglion bezeichnet er als: „corps neurogénotrophe.“

Waller schliesst ferner, dass jede Nervenfaser mit einer Nervenzelle (corpuscule neurogénotrophe) in Verbindung steht, und dass überall, wo eine Nervenzelle existirt, auch eine oder mehrere Fasern von ihr ausgehen; dass ferner die sensiblen Nervenwurzeln in das Rückenmark **eintreten**, die motorischen aus demselben **austreten**, resp. beide sich in entgegengesetzter Richtung entwickeln;

und dass die Nervenzellen für die vorderen Spinalnervenwurzeln sich innerhalb des Rückenmarks und Gehirns finden (während die für die hinteren Nervenwurzeln in den Spinalganglien sind) ... „que les corpuscules neurogenotrophes des racines antérieures se trouvent dans la moëlle et dans l'encéphale."

Diese Anschauungen Waller's stimmen in den Grundzügen fast durchaus mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen über den Ursprung der sensitiven und motorischen Nervenwurzeln überein; und künftige Untersuchungen dürften meine Ansichten über den peripherischen Ursprung der hinteren Nervenwurzeln, wie eines Theils der weissen Substanz des Rückenmarks, noch genauer darlegen [82]).

Waller (l. c. p. 6) zerquetschte einem Frosche die Wirbelsäule und das Rückenmark unmittelbar unter dem Austrittspunkte der Brachialnerven. Nur die Reflexbewegungen der Hinterpfoten bestanden begreiflicherweise nach jedem Reize auf dieselben fort, während Gefühl und willkürliche Bewegung in den Hinterpfoten erloschen waren. Sechs Monate später wurden die Hautnerven, die unter- und oberhalb der zerquetschten Stelle des Rückenmarks abgehen, mikroskopisch untersucht; es wurde aber an den Hautnerven des gelähmten Körpertheils (Hinterpfoten) nicht die mindeste Veränderung gefunden; sie waren eben so beschaffen, wie die Primitivfasern in den Hautnerven der Vorderpfoten, normal; ... „sur aucun point de la peau paralysée je n'ai pu observer les tuyaux altérés; ils présentaient tous leur apparence ordinaire."

Dieses Experiment deutet darauf hin, dass der Ursprung des Rückenmarks nicht ein cerebraler sein kann; dass die in seiner Mitte vorhandenen Elemente nicht schon im Gehirn präformirt sind. In so fern stimmt diese Thatsache mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Die unter dem Abgang der Armnerven noch vorhandene, nicht zerquetschte, normale, resp. gesunde Parthie des Rückenmarks war bei dem betreffenden Frosche das völlig unabhängige oder selbstständige Centralorgan für die von ihm abgehenden Nerven, welches — nach wie vor der Zerquetschung des Rückenmarks an beschränkter Stelle — die Ernährung resp. die Innervation der einzelnen Primitivfasern, resp. deren normalen histologischen Aggregatzustand, fortunterhielt. Wenn Waller dagegen den untersten Theil des Rückenmarks ganz zerquetschte, so dass unterhalb der Zerquetschung kein Stück intactes Rückenmark übrig blieb, also auch keine Reflexbewegung der gelähmten Glieder mehr vorhanden war, so zeigten alle von dem zerquetschten Rückenmarkstheil abgehenden Nerven die auffallende Desorganisation, wie die Aeste eines durchschnittenen Nervenstamms.

Diese Angaben Waller's sind ihrer Hauptsache nach auch von anderen Forschern an warmblutigen Thieren bestätigt worden.

Die Entdeckungen Waller's wurden später durch Andre vervollständigt, vor Allen von Schiff; hiernach von Lent, Küttner [83]) und Bruch.

Schiff [84]) fand am peripherischen Ende eines durchschnittenen Nerven, nach 5—6 Tagen (bei Vögeln und Säugethieren), den „geronnenen Inhalt durch scharfe Querlinien in verschieden lange Portionen abgetheilt, welche noch ziemlich gross sein können" (Waller bildet solches auch ab), ... „später sind die Einschnitte häufiger, so dass der ganze Nerveninhalt ... in würfelförmig erscheinende Portionen zerfällt." Später zerfällt er „in eine Masse von grösseren und kleineren Fettkugeln, die ... scharfe Ränder zeigen. Die fortschreitende Absorption hat denselben bald in einen ovalen Haufen von

82) Waller fand, wie aus dem Obigen hervorgeht, dass die weissen Hinterstränge des Rückenmarks zum Theil durch die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln gebildet werden, womit meine Beobachtungen gleichfalls übereinstimmen. Waller giebt zwar an, dass die hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark nur von unten aufwärts verlaufen; während ich finde, dass solche auch quer, und von oben abwärts sich erstrecken. Ich glaube, dass Waller's Untersuchungen nicht ausgedehnt genug waren, um auch die letztbezeichneten Wege des centralen Laufs hinterer Nervenwurzeln zu erkennen.

83) Küttner, de origine nervi sympathici ranarum. Diss. Dorp. 1854.

84) Schiff, in: Vierordt's Archiv für die physiol. Heilkunde 1852. p. 146 u. ff.

Fettkugeln verwandelt. Nun zerfallen einzelne dieser Haufen ganz, so dass die anderen weiter als sonst von einander abstehen, und die leere [?] Nervenhülle zwischen sich lassen. In diesem Zustande verharrt die fettige Umwandlung des Nerveninhalts mehrere Wochen, die Portionen werden schmäler, kleiner, bis endlich der Inhalt geschwunden ist [?]. Der Axencylinder war nie mehr nach Theilung der Markscheide fortlaufend zu erkennen."

Diese Veränderungen fand Schiff an allen motorischen wie rein sensiblen peripherischen Nerven-Enden (nie oberhalb der Durchschneidung), an cerebrospinalen wie sympathischen Nerven.

Dass die feinen peripherischen (mikroskopischen) Ganglien, die am Nervus Lingualis und Hypoglossus selbst in dessen feinsten Verzweigungen vorkommen, wie Schiff fand, nicht die Function haben „die mit ihnen in Verbindung stehenden Nerven unabhängig von ihren cerebrospinalen Wurzeln zu ernähren," erfuhr Schiff aus den Resultaten der Durchschneidung jener Nervenstämme, nach welcher, trotz jener Ganglien, dennoch die Desorganisation bis in die Endausbreitungen aller betreffenden Primitivfasern eintrat, wie an Spinalnerven nach Durchschneidung ihres Stammes [85]).

Dass peripherische Ganglien Ursprungsorte neuer (nicht aus den Centralorganen herkommender) Nervenfasern sind, machte Schiff durch Experimente [86]) am Vagus wahrscheinlich, indem nach Durchschneidung (Ausschneidung eines grossen Stücks) des Vagus alle Nerven-Aeste, die zu den der Lungenwurzel zunächstliegenden Ganglien giengen, aus veränderten und normalen Fasern bestanden, alle aus den Ganglien austretenden Nerven-Aeste dagegen nur wenige veränderte und meist normale Fasern enthielten. Die tieferen Ganglien zeigten meistens vollkommen normale austretende Fasern; selten erschienen Ganglien, in deren austretenden Fasern einzelne veränderte Fasern enthalten waren (p. 392).

Schiff fand später [87]), dass nach Durchschneidung einer sensiblen Spinalnervenwurzel auch der ganze peripherische am Ganglion anhangende Wurzelstumpf normal bleibt, wenn keine traumatische Entzündung in hohem Grade erfolgt. „Der sensible Nerv war normal, sowohl über, als unter dem Ganglion, trotz der Trennung von den Centraltheilen; der Stumpf der hinteren Wurzel aber, der noch dem Rückenmark anhieng, war entartet" . . „der motorische Nerv verhielt sich umgekehrt." An dem peripherischen Theile des vorderen Wurzelstumpfs fanden sich immer einzelne normale Fasern zwischen den entarteten; und am centralen Stumpfe der vorderen Wurzeln fanden sich einzelne entartete Fasern (4—6). Schiff hält diese Fasern für die von den sensiblen Nerven in die motorischen übergehenden, mit ihnen „rekurrirenden" Fasern, die den vorderen Wurzeln ihre Sensibilität geben (p. 611).

Dass die Regeneration des, nach der Durchschneidung desorganisirten, Nerven nicht durch Bildung ganz neuer Fasern erfolgt, wie Waller meint, sondern innerhalb der Scheiden der alten Nervenfasern geschieht, hat Schiff [88]) zuerst dargelegt, und die Persistenz des Achsencylinders jenseits des Schnitts noch vier Monate nach der Durchschneidung gefunden (ibid. p. 700). Lent bestätigt [89]) Schiff's Angabe, dass die alten Nerven sich regeneriren, gegen Waller.

Alles, was die verschiedenen Autoren über die in den Nervenfasern, unterhalb der Durchschneidung, eintretenden Metamorphosen bis jetzt mitgetheilt haben, ist in hohem Grade ungenügend, weil man die normale Nervenstructur noch zu ungenügend kennt. Spätere Untersuchungen dürften

[85]) Schiff, in: Vierordt's Archiv für physiol. Heilkunde, XII. 1853. p. 384.

[86]) Schiff, ibid. 1853. p. 392.

[87]) Schiff, in: Archiv für gemeinschaftliche Arbeiten, von Vogel, Nasse und Beneke. 1854. I. 4. p. 610.

[88]) Schiff, in: Archiv für gemeinschaftliche Arbeiten von Vogel, Nasse, Beneke. 1854 p. 616. 617.

[89]) Lent, zur Lehre von der Regeneration durchschnittener Nerven, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. VII., Heft 1 u. 2.

genauer darlegen, welche Veränderungen in den Elementar-Röhrchen der Nervenprimitivfasern vor sich gehen, nach der Trennung der Nerven vom Centrum.

Dass sich nicht neue Nerven bilden, wie Waller glaubte, ist glücklich demonstrirt. Die „Fettentartung“ etc. werden auch ihre Erklärung finden. Nicht minder wird Bruch's Ansicht von der Regeneration durch „Fortwachsen der Fasern des centralen Stücks in und durch die Narbe, so wie durch den atrophirenden Nerven, der gewissermassen den Weg zeigt, hindurch,“ [90]) zu deuten sein. Man hat bei allen diesen Untersuchungen die durchsichtigen Nervenscheiden für leer gehalten, und später, wenn man undurchsichtige Theile in der Hülle gewahrte, hielt man diese für neugebildete. Ich halte es für höchstwahrscheinlich, dass künftige Arbeiten zeigen werden, dass alle festen Elemente der Nervenfaser nach der Durchschneidung im Ganzen unverändert bleiben, nur ihre Durchsichtigkeit ändern, dass hauptsächlich der Inhalt der Elementarröhrchen sich ändert, und nach der Durchschneidung, wenn die normale Circulation des Nervensafts [91]) aufhört, erst stockt; dass dann durch Exosmose, Endosmose etc. ein anderes Fluidum als normaler Nervensaft in die Elementarröhrchen kommt, letztere also scheinbar verschwinden; nach der Verbindung mit dem Rückenmark, resp. Ganglion kommt allmählig wieder normales Nervenfluidum in die Elementarröhrchen; dann bieten letztere die normalen mikroskopischen Charaktere.

[90]) Bruch, in: Vogel etc. Archiv. II. p. 415.

[91]) Von einer Circulation des Nervensafts in den Elementarröhrchen der Primitivfasern zu reden, ist zwar vorerst ganz ungerechtfertigt; keine der uns bis jetzt bekannten Thatsachen spricht für eine Circulation des in den Nervenfasern enthaltenen Fluidums. Ich gebe auch obige Mittheilung für gar nichts Anderes, als für eine allen Umständen nach mir nur wahrscheinliche Hypothese. Ich glaube aber, dass künftige Forschungen darlegen werden, dass von jeder Nervenzelle (der Ganglien wie des Rückenmarks und Gehirns) ein Fluidum secernirt wird, welches innerhalb der Elementarröhrchen der Primitivfasern in der ganzen Ausdehnung der peripherischen und centralen Bahn einer jeden Primitivnervenfaser, analog dem Blute in den Blutgefässen, sich verbreitet, resp. circulirt. Sobald eine Unterbrechung in der natürlichen Circulation jenes Fluidums eintritt (in Folge einer Unterbrechung der Faser-Continuität, oder Störung an der Ganglienzelle), alsdann entsteht eine Stockung der Circulation des Nervensafts unterhalb des Schnitts etc.; der stockende Nervensaft wird durch Endosmose und Exosmose verändert, die Nervenfaser bietet dann andere (als die gewöhnlichen anatomischen) Charaktere; und erst wenn der Normalzustand wieder hergestellt ist, erscheint das mikroskopische Bild der Nervenfaser wie vor der Verletzung wieder. Mag man heute diese Hypothese immerhin als ein Phantasiegebilde bezeichnen. Ich sehe voraus, dass künftige Forschungen ein Stück Wahrheit darin finden werden.

VIERTES BUCH.

Ueber die Elementarbestandtheile des Rückenmarks.

Die verschiedenen Bestandtheile, welche das Rückenmark zusammensetzen, müssen bekanntlich in zwei Hauptabtheilungen eingetheilt werden:

a. in eigentliche, genuine, dem Rückenmark (resp. dem Centralnervensystem oder dem Nerven-System überhaupt) eigenthümliche und in keinem anderen Systeme vorkommende Elemente oder Theile, und

b. in uneigentliche, d. h. auch in allen andern Organen des Körpers vorkommende, und zu andern Gewebssystemen des thierischen Körpers gehörige Bestandtheile, welche nicht als eigentliche nervöse Elemente betrachtet werden dürfen.

Zu den sub a. bezeichneten Elementen gehören, nach dem einstimmigen Endresultate aller Beobachtungen: 1) Die Nervenprimitivfaser; 2) die Nervenzelle. Zu den sub b. bezeichneten Theilen gehören: 1) Das Bindegewebe; 2) die Blutgefässe; 3) die Lymphgefässe.

Die Betrachtung der Bestandtheile des Rückenmarks zerfällt daher am entsprechendsten in zwei Hauptabtheilungen; und somit werde ich im Folgenden zuerst die genuinen nervösen Elemente, im Allgemeinen wie im Besondern, und hiernach die uneigentlichen oder accessorischen Bestandtheile des Rückenmarks erörtern.

ERSTES CAPITEL.

Ueber die genuinen nervösen Elementarbestandtheile des Rückenmarks im Allgemeinen.

Erster Abschnitt.

Ueber die Nervenprimitivfasern des Rückenmarks im Allgemeinen.

Vergl. hierzu Taf. XXIV. [92])

Die Nervenprimitivfasern bilden den vorwiegenden Bestandtheil des Rückenmarks. Sie finden sich sowohl in der weissen wie in der grauen Substanz desselben, obwohl vorzugsweise in der ersteren, in welcher die uneigentlichen Bestandtheile des Rückenmarks (Bindegewebe, Blutgefässe etc.), sowie die genuinen Nervenzellen keine so vorwiegende Masse ausmachen, wie das in der grauen Substanz beobachtet wird. Ich betrachte im Folgenden die Nervenprimitivfaser in Bezug auf ihre verschiedenen Eigenthümlichkeiten, und zwar: 1) die Form; 2) die Grösse oder den Durchmesser; 3) die Bestandtheile oder die, eine jede Nervenprimitivfaser constituirenden, festen und flüssigen Theile, resp. den feinsten Bau der Nervenprimitivfaser.

1) Form. Eine jede Nervenprimitivfaser des Rückenmarks, mag sie an den verschiedensten Orten desselben vorkommen, in grauer wie in weisser Substanz, mag sie der Länge oder der Quere nach oder schräg verlaufen, gerade oder gebogen sein, breit oder schmal erscheinen, mag sie isolirt untersucht, oder in feinen Segmenten enthalten erforscht werden, documentirt sich unter dem Mikroskope bei schwachen und mittelstarken Vergrösserungen (bis 400 linear) als ein Cylinder, welcher zwar nie als absoluter (im mathematischen Sinne) erscheint, sondern vielfache Abweichungen von dieser Form an den verschiedenen Stellen seines Verlaufes zeigt, wie das bei den starken Vergrösserungen (7—900) evident wird, im Allgemeinen genommen aber der Cylinderform sich mehr oder weniger nähert. Die Abweichungen von dieser Form sind ungemein zahlreich, und es dürfte kaum nöthig sein, alle die Abstufungen zwischen Cylinder und ähnlichen Körpern, welche die Formen der Nervenprimitivfasern bei den starken und stärksten Vergrösserungen bieten, hier genauer zu bezeichnen.

Die Gründe für obige Angabe findet man sowohl an vereinzelten, mit aller genügenden Schärfe sichtbaren, Nervenprimitivfasern, welche in feinen Längsabschnitten aus dem in Chromsäure u. s. w. gehärteten Rückenmark enthalten und in kurzen oder langen Strecken in Continuität sichtbar sind, als auch an den Querdurchschnittsflächen von Nervenprimitivfasern, welche in feinen Querabschnitten aus dem Rückenmark in deutlichster Weise und völlig genügender Schärfe zahlreich erscheinen. Es ist auch ein Leichtes, einzelne Strecken von Nervenfasern unter dem Mikroskop sich um ihre Längsachse drehen oder rollen zu sehen. Hierbei gewahrt man nie, dass sie abgeplattet, oder regelmässig eckig u. dergl. seien. Vielmehr erscheinen sie hierbei im Allgemeinen immer als Cylinder.

[92]) Alle die zu diesem Abschnitt gehörenden Abbildungen, welche zur Erläuterung des feineren Baues der Nervenprimitivfasern bestimmt sind, findet der Leser auf Tafel XXIV. Ich habe es unterlassen, im Texte auf die einzelnen Figuren dieser Tafel hinzuweisen, und habe geglaubt, zum besseren Verständniss der Abbildungen eine beschreibende Erklärung der einzelnen Figuren geben zu müssen, welche der Leser am besten vor oder während des Durchlesens dieser Schrift vergleichen mag.

Die Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern liefern aber den Hauptbeweis, dass ihre Form eine cylinderähnliche sei, vollständig. An einem genügend feinen Querabschnitt aus dem gehärteten Rückenmark sieht man in den sämmtlichen weissen Strängen zahllose Querdurchschnittsflächen von Nervenprimitivfasern, deren Contour bei schwacher Vergrösserung (1—300) im Allgemeinen kreisförmig, bei den starken und stärksten brauchbaren Vergrösserungen aber (5—900) der Kreislinie zwar ähnlich, aber sehr unregelmässig, gezahnt, gewellt, eckig u. s. w. und niemals der absoluten Kreislinie gleich erscheint. Auch bei der Untersuchung der Nervenprimitivfaser aus dem frischen Rückenmark erlangt man die nämlichen Resultate, wie an dem künstlich gehärteten, nur nicht so leicht in einer jeden zu diesem Zwecke angestellten Untersuchung.

Die hier bezeichnete Form der Nervenprimitivfasern findet sich nicht blos im Rückenmark des Menschen, sondern auch in demjenigen der Säugethiere, der Fische, Vögel und Amphibien, wie denn die Form der Nervenprimitivfaser im gesammten Thierreich (auch bei Wirbellosen) im Allgemeinen als Cylinder erscheint.

2) Die Grösse, Dicke oder der Querdurchmesser einer Nervenprimitivfaser ist sehr verschieden. Im Rückenmark des Menschen wechselt dieselbe im Allgemeinen von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{100}'''$, selbst bis $^1/_{75}'''$. Im Rückenmark der Säugethiere ebenfalls von $^1/_{500}'''$ bis zu $^1/_{75}'''$. . . . In demjenigen der übrigen Wirbelthiere sieht man im Ganzen die nämlichen Verhältnisse; jedoch finden hier manche Abweichungen oder auffallende Verhältnisse Statt. Im Rückenmark mancher Fische, z. B. von Petromyzon, finden sich colossale Nervenprimitivfasern von $^1/_{30}'''$ [93]) und andere sehr feine von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{1500}'''$. Im Rückenmarke des Squalus fand ich Nervenprimitivfasern von $^1/_{50}'''$ Durchmesser. Im Rückenmark der Vögel wechselt der Durchmesser der Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$ bis zu $^1/_{100}'''$. In demjenigen der Amphibien (Frösche) erscheinen ebenfalls Durchmesser von $^1/_{750}'''$ bis zu $^1/_{100}'''$. Ausserdem wechselt der Durchmesser der Nervenprimitivfasern je nach ihrer Entwickelungsstufe. Im Embryo der verschiedenen Wirbelthierklassen erscheinen dieselben viel feiner, schmäler als im völlig entwickelten Thiere. Ob verschiedene Lebensalter und verschiedene Lebensverhältnisse, die Vorgänge der Regeneration und des Stoffwechsels, der Entwicklung und Rückbildung, wie wahrscheinlich ist, ebenfalls Variationen im Durchmesser der einzelnen Nervenprimitivfasern bedingen — bleibt vorerst noch unentschieden.

Die Dimensionen des Axencylinders variiren sehr, je nach der Breite der Nerven-Primitivfasern, zu denen sie gehören. [94]) Im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere misst im Allgemeinen der Querdurchmesser des Axencylinders $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, in demjenigen der Fische ebenfalls $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, bei Petromyzon von $^1/_{3000}'''$ bis $^1/_{1500}'''$ bis zu $^1/_{75}'''$; bei den Vögeln findet man Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, bei Amphibien (Frosch) von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, selbst bis $^1/_{200}'''$.

3) Textur resp. Bestandtheile. Die Nervenprimitivfaser giebt sich, bei der mikroskopischen Untersuchung, als ein aus mehreren gröberen (und diese wieder als aus viel feineren) Theilen zusammengesetzter Körper zu erkennen. Als die gröberen Bestandtheile der Nervenprimitivfaser kann man folgende betrachten: 1. die äussere Hülle; 2. das sogenannte Nervenmark; 3. den Axencylinder. Alle diese Theile bilden in der Natur ein auf das Innigste und Mannichfaltigste mit einander verbundenes Ganzes, und ihre Trennung kann nur künstlich, durch Zerstörung des Zusammenhangs derselben, bewirkt werden. Jeder dieser genannten gröberen einzelnen constituirenden Theile der Nervenprimitivfaser documentirt sich aber wiederum als zusammengesetzt aus Röhrchen oder Fasern der feinsten Art,

[93]) Die noch colossaleren Fasern im Rückenmark des Zitter-Welses habe ich hier — weil ich solche nicht aus eigner Erfahrung kenne — unberücksichtigt gelassen.

[94]) Bei den feinsten Nervenprimitivfasern ist er oft unmessbar, und wenn er unter $^1/_{1500}'''$ oder $^1/_{2000}'''$ misst, so kann seine Dicke nur durch ungefähre Schätzung — also nicht genau genug — bestimmt werden.

Röhrchen oder Fasern sage ich, welche als die feinsten bis jetzt bekannten Elemente des thierischen Körpers anzusehen sind.

Demnach wäre, im Allgemeinen genommen, eine jede Nervenfaser als ein solider Cylinder von sehr complicirtem Bau, resp. von canaliculärer Beschaffenheit zu betrachten, für welche Anschauung die Beweisgründe, so wie die ausführlicheren Mittheilungen, in der folgenden Untersuchung enthalten sind. In dieser Untersuchung werde ich zuerst eine Beschreibung derjenigen optischen Erscheinungen geben, welche die Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte darbietet. Hierauf werde ich eine physikalische Analyse oder Aetiologie der eben bezeichneten optischen Erscheinungen zu geben versuchen, und endlich — gegründet auf die erörterten Thatsachen — die Schlussfolgerungen über den feinsten Bau der Nervenprimitivfaser und eine allgemeine Beschreibung derselben beifügen.

I. Beschreibung der optischen Erscheinungen, welche die Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte darbietet.

Wenn man eine Nervenprimitivfaser in Continuität, aus frischem oder aus in Chromsäure etc. gehärtetem Rückenmarke des Menschen oder eines Säugethiers, anfangs bei ganz schwachen und dann bei progressiven stärkeren Vergrösserungen (50 bis 300 linear) unter dem Mikroskope, mit den bekannten Vorsichtsmaassregeln, untersucht, alsdann sieht man unzweifelhaft im Centrum (oder längs der Axe) der Nervenprimitivfaser einen helleren mittleren Theil, längs des ganzen Verlaufs der Nerven-Primitivfaser, und letztere durch mehr oder weniger scharfe dunkle Contouren beiderseits begränzt. Um den hellen mittleren Theil oder die Axe herum, welche wir vorerst als Axencylinder bezeichnen wollen, erscheint zunächst das sogenannte Nervenmark, als dunklere, anscheinend gleichförmige, oder aus den feinsten, ein netzartiges Gewebe bildenden, dunklen Linien bestehende Masse, welche also zwischen (der inneren Gränze) der äusseren Contour und dem Axencylinder befindlich ist. Die äussere Contour, die bei den schwächsten Vergrösserungen einfach, bei den verstärkten als die sogenannte Doppelcontour erscheint, besteht aus zwei, resp. drei, in der ganzen Länge der Nervenprimitivfaser beiderseits am Rande verlaufenden, einfachen, dunklen, parallelen Linien. Die beiden, resp. drei Parallel-Linien dieser Doppelcontour sind bald von dem Axencylinder durch einen schmäleren oder breiteren helleren Zwischenraum getrennt, bald ist nur eine hellere Mitte und eine Doppelcontour als seitliche Gränze beiderseits sichtbar. Als äusserste Schicht zu beiden Seiten der Doppelcontour (resp. der Nervenprimitivfaser) sieht man endlich, bei den breitesten Nervenprimitivfasern, eine ganz blasse, überaus feine Contour, die der sogenannten Hülle oder Scheide. Letztere erscheint nicht constant so deutlich wie die Doppelcontour und der Axencylinder. Meist ist sie bei der genannten Vergrösserung nicht zu erkennen.

Betrachtet man unter gleicher schwacher Vergrösserung die Querdurchschnittsfläche einer Nervenprimitivfaser (aus einem in Chromsäure oder Weingeist etc. gehärteten Rückenmarke), so findet man in einer jeden wiederum den helleren, anscheinend ringsum durch eine scharfe dunkle Contour begränzten, Axencylinder in der Mitte der Querdurchschnittsfläche; und um denselben herum, durch einen schmalen hellen Zwischenraum von ihm getrennt, die dunkle Doppelcontour, anscheinend aus zwei concentrischen Kreislinien zusammengesetzt, die ebenfalls durch eine hellere Schicht von einander getrennt sind. Um diese beiden concentrischen (dem sogenannten Nervenmarke entsprechenden, resp. zugehörigen) Kreislinien herum sieht man nicht selten noch eine feinere dritte, welche der sogenannten Hülle entspricht; noch häufiger aber ist letztere unsichtbar.

Die Untersuchung der Nervenprimitivfaser in Continuität, so wie die Untersuchung ihrer Querdurchschnittsfläche ergiebt also, bei schwacher Vergrösserung (bis 300, resp. 350), das übereinstimmende Resultat, dass dieselbe zusammengesetzt sei aus mehreren differenten Theilen: 1) dem sogenannten Axencylinder und 2) dem Nervenmark sammt der Hülle.

Wenn man aber die Nervenprimitivfaser mit stärkeren und den stärksten brauchbaren Vergrösserungen (progressiv von 360 bis 450 bis 900 linear) untersucht, alsdann findet man, dass sie einen weit complicirteren Bau besitzt, als die schwachen Vergrösserungen schliessen lassen, und dieser zeigt sich sowohl an der Nervenprimitivfaser in Continuität, wie an der Querdurchschnittsfläche derselben, in der jetzt genauer darzulegenden Weise.

A. Die Primitivnervenfaser in ihrer Continuität untersucht.

Macht man von dem in Chromsäure (oder in Weingeist etc.) gehärteten Rückenmarke des Menschen oder eines höheren Wirbelthiers, z. B. des Kalbs, Ochsen, u. s. w. einen feinen Längsabschnitt aus den oberflächlichen oder tiefen Schichten der weissen Vorder-, Seiten-, oder Hinterstränge, einen Längsabschnitt, welcher nur $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$ dick ist, und bringt man diesen, mit etwas Wasser, Weingeist, Chlorcalciumlösung u. dgl. befeuchtet, sowie mit einem $^1/_{10}'''$ bis $^1/_{15}'''$ dicken Deckgläschen bedeckt, unter das Mikroskop, stellt man endlich die dünnste Stelle des Abschnitts, oder eine vorzugsweise isolirt in dem Abschnitt verlaufende resp. enthaltene Nervenprimitivfaser in den Focus, bei reflectirtem Lichte, ein, alsdann erkennt man die folgenden Thatsachen:

Die Nervenprimitivfasser zeigt sich aus zwei auffallend von einander abstechenden Theilen zusammengesetzt, 1) aus dem hellen Axencylinder in der Mitte oder Axe der Nervenprimitivfaser, der ganzen Länge der Nervenprimitivfaser entlang sich erstreckend, und 2) aus dem ihn umgebenden sog. Nervenmarke sammt Hülle, welche auf den ersten Blick als ein anscheinend unentwirrbares Netzwerk von feinen Fäserchen oder Röhrchen erscheinen. Betrachtet man mit scharfer Aufmerksamkeit bei einer 700-fachen Linearvergrösserung dieses Netzwerk im Raume des sogenannten Nervenmarks und der Hülle, so findet man dasselbe bestehend aus zahllosen, höchstens $^1/_{1500}'''$ dicken Fäserchen oder Röhrchen, deren jedes zwei scharfe und dunkle Contouren zeigt, welche meist, doch nicht an allen Stellen, einander parallel verlaufen, und einen helleren Zwischenraum zwischen sich lassen, welcher in den verschiedenen Röhrchen abwechselnd blau oder roth gefärbt erscheint, resp. das Licht bricht. Die Breite eines solchen Fäserchens oder Röhrchens wechselt von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{3000}'''$ und zeigt sich oft unmessbar fein. Die Breite oder Dicke der Contouren beträgt meistens etwas weniger als die der helleren Mitte zwischen beiden. Diese feinen Fasern oder Röhrchen verlaufen sowohl der Länge, wie der Quere der Nervenprimitivfasern nach, in den verschiedensten Richtungen. Die der Länge der Nervenprimitivfaser nach verlaufenden lassen sich nur kurze Strecken in der genannten Richtung verfolgen, etwa $^1/_{500}'''$, höchstens $^1/_{100}'''$ in ununterbrochener Continuität. Meist oder ausnahmslos biegen sie, nach kürzerem oder längerem Verlaufe, aus der Längsrichtung in die schräge oder quere Richtung um, und während viele hier aus dem Gesichtsfelde verschwinden, sieht man andre in grösserer oder kleinerer Anzahl gegen die Mitte oder Axe der Nervenprimitivfaser sich hinwenden, und mit dem Axencylinder in unmittelbare Verbindung treten. Die schräg oder quer verlaufenden feinsten Röhrchen oder Fasern lassen sich gleichfalls nur kurze Strecken, selten länger als $^1/_{100}'''$ weit, in einer und derselben Richtung verfolgen. Sie nehmen bald, sich schlängelnd, eine andere Richtung an, verschwinden aus dem Gesichtsfelde, oder erscheinen in Verbindung mit dem Axencylinder. Diese feinen Röhrchen oder Fasern bilden vielfache Communicationen, Kreuzungen und Verflechtungen untereinander, und erzeugen hierdurch das Bild eines mehr oder weniger dichten Netzwerks von Fasern oder Röhrchen, welches die sogenannte Hülle und das Mark einer jeden Nervenprimitivfaser constituirt. An den abgeschnittenen, resp. abgerissenen Enden, oder an den Seitenrändern einzelner Nervenprimitivfasern, welche durch den Schnitt mehr oder weniger zertheilt, resp. mutilirt wurden, sieht man sehr häufig die eben beschriebenen feinen Röhrchen in kürzerer oder längerer Strecke isolirt, oft als deutliche Abzweigung des Axencylinders, im Raume des sogenannten Nervenmarks gegen die Peripherie der Nervenprimitivfaser in den verschiedensten Richtungen verlaufend. Die nächstbenachbarten Nervenprimitivfasern stehen

untereinander durch einzelne, mehr oder weniger zahlreiche, Repräsentanten dieser eben beschriebenen feinsten Fasern oder Röhrchen in Verbindung, indem aus den verschiedensten Punkten der Peripherie der einen Nervenprimitivfaser feine Fasern oder Röhrchen in die Peripherie, resp. das Innere der nächstbenachbarten Nervenprimitivfaser eintreten.

Der Axencylinder erscheint in jeder unverstümmelten Strecke einer jeden Nervenprimitivfaser ganz deutlich als ein, meist die Axe derselben bildender, dünnerer oder dickerer Faden oder Cylinder, welcher $^1/_4$ bis $^1/_6$ der Dicke der ihn einschliessenden Nervenprimitivfaser besitzt. Derselbe hat in den erwähnten Chromsäurepräparaten eine himmelblaue Farbe, und beiderseits dunkle, doch nicht an allen Punkten scharfe, Contouren. Der Raum zwischen beiden Seitencontouren ist bald gleichmässig blau, bald gestreift oder punktirt, und an den verschiedenen Strecken eines und desselben Axencylinders verschieden. Die Dicke (Querdurchmesser) des Axencylinders ist an den verschiedenen Stellen seines Verlaufs ziemlich verschieden; er zeigt an vielen Stellen Anschwellungen oder Verbreiterungen, an anderen wieder Verdünnungen oder Verschmälerungen. Häufig sieht man den Axencylinder auch in der ganzen Länge seines Verlaufs von gleichmässiger Dicke, und er erscheint gleichsam, insbesondere an isolirten Nervenprimitivfasern, an deren Enden ein vorstehendes Stück des Axencylinders beobachtet werden kann, wie ein cylindrischer Pfahl, der durch das Netzwerk des sogenannten Nervenmarks sammt Hülle mitten hindurch geht. Der Axencylinder zeigt an sehr vielen, wo nicht den meisten, Stellen seines Verlaufs feine Ausläufer, Ramificationen. Diese Ausläufer gehen meist in schräger Richtung, mehr der Länge der Nervenprimitivfaser nach, oft auch quer und geschlängelt, kürzere oder längere Strecken in Continuität sichtbar, gegen die Peripherie der Nervenprimitivfaser hin, und verbinden sich hier, im Raume des sogenannten Nervenmarks und der Hülle, mit den feinen Fasern oder Röhrchen der letztgenannten Theile, resp. constituiren das Netzwerk von Fasern oder Röhrchen, aus welchen das Nervenmark sammt Hülle besteht. Diese Ausläufer des Axencylinders unterscheiden sich weder in Farbe, Form, noch in anderer Weise von den an der Peripherie, resp. im Raume des Nervenmarks überhaupt vorkommenden feinen Röhrchen oder Fasern. Der Axencylinder zeigt an vielen Stellen seines Verlaufs ein längsstreifiges Ansehen, doch ist dasselbe nicht an allen Stellen seines Verlaufs klar zu unterscheiden. Nicht minder gewahrt man an vielen Stellen seines Verlaufs hellere und dunklere Stellen oder Punkte; oft ist die Mitte, resp. Axe des Axencylinders dunkler als dessen Peripherie. Nicht selten sieht man aus einzelnen isolirten Axencylindern einen wohl um die Hälfte schmäleren Theil in langer Strecke hervorragend, gleich dem aus einem Perspectiv ausgezogenen dünneren Stücke desselben. Am isolirten Axencylinder erblickt man gewöhnlich eine grössere oder geringere Menge von abgerissenen Röhrchen oder Fasern jener feinsten Gattung in kürzeren oder längeren Fragmenten; in fast allen Fällen geben aber die, in einer grösseren oder geringeren Menge erscheinenden, helleren oder dunkleren Punkte an der Oberfläche des Axencylinders dem letzteren ein granulöses Ansehen.

B. Die Nervenprimitivfaser auf ihrer Querdurchschnittsfläche untersucht.

Macht man aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke des Menschen oder eines Säugethiers einen $^1/_{300}$''' bis höchstens $^1/_{100}$''' dicken Querabschnitt, und behandelt denselben, Behufs der mikroskopischen Untersuchung, wie oben bei dem Längsabschnitt angegeben wurde, bringt man alsdann die dünnste, am besten zu dieser Untersuchung geeignete, Stelle des Abschnitts, und zwar eine solche, die einen oder den andern Theil der weissen Stränge des Rückenmarks repräsentirt, gleichviel, ob Vorder-, Seiten- oder Hinterstränge, in den Focus des Mikroskops, alsdann beobachtet man, wenn von den vielen, in Form von querdurchschnittenen Bienenzellen gleichsam dem ersten Blick jetzt erscheinenden, Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks einzelne nacheinander scharf ins Auge gefasst werden, die folgenden Thatsachen:

An der Querdurchschnittsfläche jeder einzelnen Nervenprimitivfaser, die man gar bald als solche aus dem anfangs verworren erscheinenden Bilde herausfindet, erkennt man auf das Deutlichste den in der Mitte oder nahe der Mitte befindlichen helleren Axencylinder, und um diesen herum das sogenannte Nervenmark sammt der Hülle. Das Nervenmark und die Hülle erscheinen als ein unregelmässiger Kreis, oder als ein unregelmässiges Oval, bestehend aus einer zwei-, drei- oder mehrfachen Lage von nahezu concentrisch laufenden feinsten Fasern oder Röhrchen, deren Querdurchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{3000}'''$ und weniger, bis ins Unmessbare, beträgt, deren Farbe in den betreffenden Präparaten abwechselnd himmelblau und roth erscheint, und deren übrige Beschaffenheit ganz und gar mit derjenigen übereinstimmt, welche oben bei den an Längsabschnitten in Continuität erscheinenden Nervenprimitivfasern an deren feinsten Röhrchen oder Fasern beschrieben worden ist, d. h. alle diese feinsten Fasern zeigen beiderseits eine scharfe dunkle Contour, und einen helleren Raum zwischen dieser, verbreitern oder verschmälern sich an verschiedenen Stellen, d. h. sind nicht überall von gleicher Dicke und Breite. Zwischen den feinsten Fasern in Continuität sind hie und da, oft sehr zahlreich, Querdurchschnittspunkte oder -Flächen von solchen Fasern, welche der Länge der Nervenprimitivfaser nach oder schräg laufen, in Form rundlicher Punkte oder Körnchen sichtbar. Die erstgenannten feinsten Fasern verlaufen im Allgemeinen in Kreisform, jedoch bildet niemals eine einzelne feinste Faser einen vollständigen Kreis, welcher um die ganze Peripherie (oder um den Axencylinder) herumläuft; vielmehr zeigt jede dieser feinsten Fasern einen mehr oder weniger geschlängelten oder wellenförmigen Verlauf, und bildet immer nur einen geringeren oder grösseren Abschnitt eines Kreises, welcher einen Theil der Hülle (Peripherie) oder des sogenannten Nervenmarks repräsentirt. Auf solche Weise sieht man, dass immer nur mehrere Faser-Fragmente die Umhüllung des Axencylinders bilden, resp. Nervenmark und Hülle zusammensetzen, zum Beweise, dass diese Fasern nicht in einer und derselben Horizontalebene verlaufen, sondern schräg liegen, theils horizontal, theils in mehr verticaler Richtung. Die verschiedenen Querfasern der Hülle und des Nervenmarks verlaufen niemals längere Strecken einander parallel oder concentrisch; vielmehr beugt eins der auf diesen Abschnitten sichtbaren Enden der Faser-Fragmente mehr oder weniger nach innen, gegen die Mitte oder das Centrum der Nervenprimitivfaser, um, und endigt hier wiederum abgeschnitten, oder verläuft in Continuität bis zu dem Axencylinder hin, mit welchem die Verbindung häufig genug auf das Evidenteste sichtbar ist. — Die Fasern der Hülle und des Nervenmarks bilden daher keinen für sich abgegränzten Theil der Primitivnervenfaser; mit andern Worten: die Hülle und das Nervenmark der Primitivnervenfaser bildet nicht einen abgegränzten Theil, eine abgesonderte, mit dem Innern nicht in Verbindung stehende, Parthie der Primitivnervenfaser; sondern aus der äusseren oder den inneren Schichten der, den Axencylinder umhüllenden, Theile gehen einzelne oder mehrere der feinsten Fasern gegen das Centrum einer jeden Primitivfaser hin, meist einer unterbrochenen Spirale ähnlich, in sich immer verengernden Kreisabschnitten von aussen nach innen verlaufend, doch auch in den mannichfaltigsten Formen sich umbeugend, hakenförmig, zickzackförmig, wellenförmig, oft eine förmliche Diagonale bildend, nicht selten, ähnlich verschiedenen Halbmessern eines Kreises, von verschiedenen Punkten der Peripherie zum Centrum hinstrahlend. — Von der äussersten Peripherie oder Hülle einer Primitivnervenfaser gehen feinste Fasern oder Röhrchen in die Hülle der benachbarten über, und zwar in mehrfacher Weise, indem einzelne dieser feinsten Fasern sich dichotomisch oder trichotomisch verästeln, und die Verästelungen zu den benachbarten Primitiv-Faserhüllen abgehen; oder: die feinste Faser der einen Primitivnervenfaser geht unmittelbar von der einen zur benachbarten über; oder die äussersten Fasern zweier benachbarten Primitivnervenfasern sind an einer Stelle spiralig um einander geschlungen; oder endlich die Fasern der Hülle einer Primitivfaser gehen, indem sie von entgegengesetzter Seite kommen, sich kreuzend, zu der Hülle der benachbarten Faser, indem sie jenseits der Kreuzung in Halbkreisform divergiren und die benachbarte Primitivfaser theilweise umschlingen.

Der Axencylinder erscheint mehrentheils im Centrum der Primitivnervenfaser, jedoch nicht immer absolut in dem Centrum; häufig liegt er excentrisch. Derselbe ist meistens rundlich, jedoch zeigt er auch die verschiedensten von der Kreis- oder Ovalform abweichenden Gestalten; er ist bald dreieckig, vieleckig, gezackt, sternförmig u. s. w. Jene bilden nie eine absolute Kreisform, resp. den Querschnitt eines Cylinders. — Zuweilen erscheinen mehrere Querdurchschnittsflächen anscheinend von Axencylindern in dem Querschnitt einer und derselben Primitivnervenfaser; einer derselben ist dann meist von grösserem Durchmesser als der andere oder die andern; jener grössere ist der Hauptstamm des Axencylinders, diese letzteren nur Verästelungen jenes. Diese Querdurchschnittsflächen der Verästelungen finden sich an den verschiedensten Stellen der Querdurchschnitts-Fläche der Primitivnervenfaser mehr oder weniger excentrisch. — Der Axencylinder sendet nach den verschiedensten Richtungen hin Fortsätze zur Peripherie der Primitivnervenfaser. Diese Fortsätze bestehen aus Röhrchen oder Fasern der feinsten Gattung, von der nämlichen Beschaffenheit, wie die des sogenannten Nervenmarks und der Hülle oder Peripherie der Nervenfaser. Diese Fortsätze verlaufen mehr oder weniger als Kreisabschnitte, oder geschlängelt, oder in unregelmässiger Weise von dem Axencylinder gegen die Peripherie der Primitivnervenfaser hin, in mehr oder weniger horizontaler Richtung, und verbinden sich theils mit den innersten, theils mittleren, theils äussersten feinsten Fasern oder Röhrchen des Nervenmarks und der Hülle oder Scheide der Primitivnervenfaser. — Der Axencylinder erscheint, — bei den höchsten Vergrösserungen, und an Querabschnitten, welche nicht gerade durch die bedeutenderen Verästelungsstellen des Axencylinders fallen, wenn also die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders eine rundliche ist, — aus drei verschiedenen Theilen zusammengesetzt, nicht unähnlich dreien concentrischen dunkeln Kreislinien oder Ringen, welche drei verschieden gefärbte Schichten einschliessen:

a. einer äusseren, blauen, dunkleren Schicht, deutlich nach aussen wie von innen durch eine scharfe, jedoch nicht absolut kreisrunde, und auch nicht durchaus continuirliche, dunkle Contour abgegränzt;

b. einer mittleren, heller blauen Schicht, gleichfalls scharf an den meisten Stellen von der äussersten, wie von der innersten Schicht durch eine dunkle Contour geschieden;

c. der innersten dunkleren Schicht, nicht selten von röthlicher Farbe, ebenfalls scharf von der mittleren an den meisten Stellen durch die dunkle Contour geschieden. Die mittlere und innerste Contour oder kreisähnliche Linie ist natürlich der mittleren und innersten Schicht gemeinschaftlich. — Die Fortsätze oder Verästelungen des Axencylinders, welche in centrifugaler Richtung, wie oben beschrieben, von den verschiedensten Punkten desselben mehr oder weniger geschlängelt ausstrahlen, gegen die verschiedensten Punkte des Nervenmarks und der Hülle der Nervenprimitivfaser hinlaufen und sich mit den feinsten Fasern oder Röhrchen derselben in unmittelbare Verbindung setzen, erscheinen, am Querschnitt des Axencylinders selbst, bald nur von der äusseren, bald von der mittleren und bald von der innersten Schicht desselben ausgehend; an der einen Stelle sieht man sie nämlich nur bis zur äusseren, an der anderen, durch letztere hindurchstrahlend, bis in die mittlere Schicht, an anderen Stellen wieder sich bis zur innersten Schicht hin erstrecken, indem sie gleichsam die mittlere und äussere Schicht durchbohren. Diese Ausläufer der drei verschiedenen Schichten des Axencylinders sieht man zwar nicht gleichzeitig auf jedem Querabschnitt, sondern erst nach der Untersuchung vieler solcher Querabschnitte; an dem einen erscheint der Ausläufer von der äusseren Schicht ausgehend, an anderen treten die Ausläufer von der mittleren Schicht aus; endlich an anderen aus der innersten Schicht. Spuren dieser Ausläufer findet man aber auf jedem Querabschnitt und in jeder der drei genannten Schichten, von denen keine — wie oben erwähnt — von einer ununterbrochenen oder absoluten Kreislinie begränzt erscheint. In einer grossen Zahl von Fällen, und auf den ersten Blick, findet man, dass die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders, abgesehen von ihrer überaus verschiedenen Form, nur eine einzige opalisirende, bläuliche Masse bildet, nicht die drei eben beschriebenen Schichten.

Die im Vorausgegangenen mitgetheilten Thatsachen finden sich nicht blos an den Nerven-Primitivfasern des Rückenmarks beim Menschen und den Säugethieren, sondern auch bei Fischen, Vögeln und Amphibien.

* * *

Vergleicht man die an Längs- und an Querabschnitten erkennbaren Thatsachen, so erscheint also eine jede Primitivnervenfaser des Rückenmarks als ein — aus einem dichten Netzwerk von feinsten Fasern oder Röhrchen zusammengesetzter — Cylinder, an welchem man zwei, jedoch auf das Innigste mit einander zusammenhängende, d. h. durch communicirende Fasern oder Röhrchen mit einander verbundene, Theile unterscheiden kann: *a.* einen peripherischen, welcher die sogenannte Hülle und das Mark bildet, und *b.* einen centralen Theil, welcher den Axencylinder bildet. Zum besseren Verständniss will ich jedoch die drei herkömmlich angenommenen Bestandtheile einzeln betrachten.

1) Die Hülle wird gebildet aus den äussersten Lagen der feinsten Röhrchen oder Fasern, welche hier ein dichteres Netzwerk von sich kreuzenden, mit einander communicirenden, nach den verschiedensten Richtungen hin verlaufenden Fasern oder Röhrchen bilden, als in dem Raume des sogenannten Nervenmarks. — Aus diesem dichten Netzwerk feinster Fasern gehen viele einzelne nach aussen wie nach innen ab. Die nach aussen abgehenden setzen sich in Verbindung mit der Hülle der benachbarten Primitivnervenfasern; die nach innen abgehenden treten in Verbindung mit dem Nervenmark und Axencylinder.

2) Das Nervenmark besteht aus einer zahllosen Menge feinster, in den verschiedensten Richtungen, doch meist schräg oder quer verlaufender Fasern oder Röhrchen, welche die Verbindung der Hülle und des Axencylinders vermitteln und unter sich auf das Mannichfaltigste zusammenhängen, communiciren. Die längsten Strecken, in welchen sich die Elementarröhrchen in Continuität verfolgen lassen, betragen selten mehr als der Querdurchmesser der Primitivfaser, in welcher sie enthalten sind. Vorzugsweise verfolgt man die mehr der Länge nach schräg verlaufenden in den längsten Strecken.

3) Der Axencylinder besteht aus drei in einander eingeschachtelten Röhren, Schläuchen oder Schichten, deren jede (vom Centrum zur Peripherie der Nervenprimitivfaser) zahllose Verästelungen in horizontaler oder schräger Richtung aussendet, welche sämmtlich den Raum des sogenannten Nervenmarks durchsetzen, resp. lezteres bilden, und mit dem Fasernetze der sogenannten Hülle in Verbindung treten. Ob der innerste Theil (centrale) des Axencylinders hohl oder aus feinsten Fasern zusammengesetzt sei, ist noch ungewiss, doch ist mir letzteres wahrscheinlicher, da ich einmal sah, dass ein Axencylinder bei Petromyzon sich in unzählige, unmessbar feine Fasern auseinandergetheilt hatte.

* * *

Ausser den beschriebenen Theilen enthält eine jede Nervenprimitivfaser eine Flüssigkeit. Dieser flüssige ölige Inhalt der Nervenprimitivfaser, welchen man bisher zwischen der Hülle und dem Axencylinder wie in einem hohlen Raum oder Gefässe eingeschlossen betrachtete, — die äussere Fläche des Axencylinders sowie die innere Fläche der Hülle gleichsam umspülend, — ist aller Wahrscheinlichkeit nach in den feinsten Röhrchen sowohl des Nervenmarks, wie des Axencylinders und der Hülle enthalten. Die Wahrscheinlichkeits-Gründe dafür sind die folgenden:

1) Aus dem frisch durchschnittenen Ende eines Nervenstamms, resp. einer Nervenprimitivfaser fliesst ohne äusserlich angewandten Druck gar keine, und in Folge äusseren Druckes verhältnissmässig eine nur sehr geringe Menge öliger Flüssigkeit aus; wäre letztere frei zwischen Axencylinder und Hülle, so liesse sich annehmen, dass die Nervenprimitivfaser aus der offenen Mündung auf längere Strecken hin ihres Inhalts sich mehr oder weniger entledigte, und also bedeutendere Massen von Nervenflüssigkeit ausgeleert würden.

Es liesse sich hiergegen zwar einwerfen, dass die Ausleerung in grösserer Menge durch die Capillarattraction der Nervenfaserhülle verhütet werde. Dieser Einwand fällt aber hinweg, wenn man erwägt, dass

2) durch die Wirkung eines auf die Nervenprimitivfaser angebrachten Drucks nicht blos der ölige Inhalt, sondern der Axencylinder nebst dem ihn umgebenden Fasernetze hervorgepresst wird, indem deren Verbindungen mit der Hülle zerreissen. Bringt man nämlich eine frische, dünne Nervenwurzel, oder ein Primitivbündel eines Nervenstamms, oder ein Bündel von Nervenprimitivfasern des frischen Rückenmarks auf eine Glasplatte, schneidet mit scharfem Messer oder der Scheere ein Stückchen von 2—5 Mm. Länge quer ab, legt auf dieses Nervenbündelstück ein Deckgläschen, bringt das Ganze mit etwas Wasser befeuchtet unter ein Mikroskop, wendet nun einen allmähligen Druck an, um — nach Remak's Vorgang — den Axencylinder und das Nervenmark hervortreten zu sehen, so erkennt man bei 700—900-facher Vergrösserung an vielen Primitivfasern auf das Evidenteste das mit dem hervorgetretenen Axencylinder zusammenhängende Fasernetz, welches man vorher, bei 300-facher Vergrösserung, zum grossen Theile nur für ölige Flüssigkeit oder für flüssiges Nervenmark hielt. In dem Fasernetz des Nervenmarks erkennt man eben so, bald mehr oder weniger, einzelne feine Fasern oder Röhrchen, welche diese ganze Masse constituiren. Wäre das Nervenmark in der That nichts Anderes als eine ölige Flüssigkeit, welche den Axencylinder frei umspült, so würde, bei angebrachtem Druck, die Flüssigkeit, nicht aber der festere, elastische, bandartige oder cylinderartige, in der Axe der Nerven-Primitivfaser befindliche, Theil derselben (der Axencylinder) hervorgepresst werden. Dieser letztere tritt aber gewöhnlich sogar in einer noch längeren Strecke aus der Primitivnervenfaser heraus, als das sogenannte Mark, jener ragt meist oder oft weiter hervor als das ölige Fluidum, wie das aus Remak's Untersuchungen [95]) längst bekannt ist. Dieser Umstand würde ganz unerklärlich sein, wenn das Nervenmark nichts Anderes als eine Flüssigkeit wäre. Er erklärt sich aber ganz einfach, wenn man annimmt, dass die Nervenprimitivfaser ein aus einem feinen Fasernetz bestehender Cylinder ist, welcher — bei darauf angebrachtem Druck — sein ganzes Parenchym aus dem durchschnittenen Ende hervortreten lässt. Da der äussere Druck nothwendig am stärksten gegen die Axe der Nervenfaser hin wirkt, sich gleichsam auf diese in den meisten Fällen concentrirt, so muss auch der Axencylinder am stärksten von der mechanischen Einwirkung betroffen, und also auch am weitesten aus der Nervenfaser durch den Druck hervorgetrieben werden.

Hiernach scheint mir die Annahme eines nur durch Flüssigkeit gefüllten Raums zwischen Axencylinder und Hülle der Primitivfaser selbst an ganz frischen Nervenprimitivfasern widerlegt. Man könnte zwar einwenden, dass man, sowohl auf Längs- wie auf Querabschnitten der in Chromsäure gehärteten Primitivnervenfasern, zwischen den einzelnen feinsten Röhrchen oder Fasern durchsichtige, d. h. freie Räume findet, und dass es doch unwahrscheinlich sei, diese Räume als leere anzusehen; dass vielmehr wahrscheinlich in diesen Räumen ein flüssiger Nerveninhalt wenigstens theilweise enthalten sei. Ich will nicht läugnen, dass auch diese Annahme allerdings nicht ohne einige Wahrscheinlichkeit ist; die Entscheidung bleibt künftigen Forschungen überlassen.

* * *

Das Vorausgehende führt zu der Frage, ob die einzelnen Elemente der beschriebenen Netze feinster Fasern oder Röhrchen, durch welche das sogenannte Nervenmark sammt Hülle einer jeden Nervenprimitivfaser zusammengesetzt erscheint, solide Fasern oder Röhrchen sind, oder ob in der optischen Erscheinung der Elemente einer jeden Nervenprimitivfaser, bei Anwendung der stärksten brauch-

[95]) Remak, observat. anatomic. Berol. 1838. Tab. I. Fig. 1.

baren Vergrösserungen unsrer Mikroskope, Verhältnisse liegen, welche dunkle Linien, Contouren, Farbenerscheinungen, u. s. w. bedingen, die nicht in der Weise gedeutet werden können, wie es der erste Blick an die Hand zu geben scheint. — Die Entscheidung dieser Frage ist begreiflicher Weise nur an der Hand der schärfsten Critik aller optischen Erscheinungen möglich, welche die Nerven-Primitivfaser und ihre einzelnen Theile unter dem Mikroskope bieten. Ich werde es daher im Folgenden versuchen, gestützt auf die Grundsätze der Physik und Optik, möglichst genau zu erörtern, in welcher Weise die erwähnten einzelnen Erscheinungen sich verhalten, und wie ihr Verhalten, resp. ihre Entstehung zu erklären und zu deuten ist.

2. Versuch einer physikalischen Aetiologie der hauptsächlichsten optischen Erscheinungen, welche die Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskope bei durchgehendem Lichte darbietet [96]).

Bevor ich zum eigentlichen Thema übergehe, will ich zwei Punkte bevorworten; zuerst, dass bei der Erörterung der hier bezeichneten Erscheinungen es mir unumgänglich schien, einige bekannte Grundsätze der Physik etwas ausführlicher zu recapituliren, als wohl für Physiker vom Fache nöthig gewesen wäre. Ich habe dieses besonders mit Rücksicht auf diejenigen Leser, welche mit diesen Grundsätzen weniger vertraut sind, als es, streng genommen, vorausgesetzt werden sollte, gethan, in der Meinung, dass wohl die grössere Mehrzahl der Leser zu den eben bezeichneten gehören dürfte. Für's Zweite will ich nicht unterlassen, gleich von vorn herein zu bemerken, dass ich die folgende Erörterung nur für den ersten Schritt auf einem, bis jetzt gewissermaassen noch nicht betretenen, Felde betrachte, für einen schwachen Versuch zur Lösung sehr schwieriger Fragen, deren definitive Lösung noch sehr weit entfernt sein dürfte. Da ich selbst kein Physiker und Mathematiker von Fach bin, so habe ich, zur Erklärung der hier vorliegenden Probleme, — für welche ein Helmholtz der passendere Bearbeiter wäre, — mich mit einem Physiker von Fach verbunden, welcher gemeinschaftlich mit mir die Fragen zu lösen versuchte. Ich hatte die Freude in dem Direktor der polytechnischen Schule, Herrn Dr. Hehl, dahier, einen Physiker und Mathematiker zu finden, welcher seit mehr als zwanzig Jahren Specialstudien über das Licht macht, und welcher sich für die Aufklärung der optischen Erscheinungen der Nervenelemente unter dem Mikroskope auf das Angelegentlichste interessirte. Mit diesem Forscher habe ich gemeinschaftlich die Elemente des Nervensystems vielfach unter dem Mikroskope untersucht, und die betreffenden Erscheinungen geprüft. Es ist mir daher eine angenehme Pflicht, sowohl dem Herrn Dr. Hehl für seine angelegentlichen Bemühungen hier öffentlich meinen Dank zu sagen, wie auch speciell zu bemerken, dass eine jede physikalisch-optische Aufklärung, die in den folgenden Zeilen enthalten sein könnte, eigentlich nur von ihm herrührt.

Ich werde nun die optischen Erscheinungen der Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskope in der nämlichen Reihenfolge zu analysiren suchen, wie ich solche im Vorausgehenden descriptiv besprochen habe; zuerst also die an der Continuität der Nervenprimitivfaser zu beobachtenden optischen Phänomene, welche sich bei den schwächeren und progressiv verstärkten Vergrösserungen (15 bis 50 bis 300 linear) und hiernach bei den stärkeren Vergrösserungen (360 bis 900 linear) zeigen; alsdann die bei gleichen Vergrösserungen an der Querdurchschnittsfläche der Nervenprimitivfaser sich darbietenden Erscheinungen.

[96]) Ich bemerke hier, dass ich vorzugsweise mit vier ausgezeichneten Mikroskopen arbeitete: 1) mit einem Mikroskop grösster Gattung von Schiek, Nr. 78, im Jahre 1841 verfertigt; 2) mit einem Kellner'schen grösster Gattung, Nr. 64, im Jahre 1854 verfertigt; 3) mit einem solchen Oberhäuser'schen, grösster Gattung, Nr. 2122, im Jahre 1854 verfertigt, und 4) mit einem solchen grösster Gattung von Meierstein, im Jahre 1855 verfertigt; ausserdem aber noch mehrere Mikroskope kleinerer Gattung von Oberhäuser, Meierstein und Schiek zur Vergleichung angewandt habe.

A. Analyse der optischen Erscheinungen an der Continuität der Nervenprimitivfaser.

Bei allen unsern hier zu besprechenden mikroskopischen Untersuchungen dürfen wir nicht vergessen, dass die optischen Bilder, welche wir erhalten, gewissermaassen nichts Anderes sind, als die auf einem hellen Hintergrunde befindlichen Schattenbilder der im Focus befindlichen mehr oder minder durchsichtigen Objecte. Die optische Begründung dieser Schatten ist das von uns zu lösende Problem. Ich werde zuerst die erscheinenden dunklen Contouren, nachher die Farben betrachten.

1) Die dunklen Contouren.

a. Bei schwachen (50- bis 2- bis 300-fachen) Vergrösserungen. Jede Nervenprimitiv-Faser erscheint als ein fadenartiger Körper, beiderseits durch eine scharfe dunkle Contour begränzt. Die Mitte ist heller, zwischen den beiden Gränzlinien und dem helleren Axencylinder sieht man ein überaus feines Netzwerk dunkler Linien, gleich einer graulichen Schattirung.

Die optische Erklärung der dunklen Gränzlinie beiderseits unterliegt keinen Schwierigkeiten. Dieselbe ist nichts anderes als eine Interferenz-Erscheinung, welche durch den Gang-Unterschied der Lichtwelle ausserhalb und innerhalb der Nervenprimitivfaser entsteht. Bekanntlich erzeugt ein jeder mehr oder minder als das ihn umgebende Medium durchsichtige, resp. ganz undurchsichtige, cylindrische oder cylinderähnliche Körper an seiner Gränze eine solche Interferenz, d. h. zwei dunkle Gränzlinien, indem die Lichtwelle bei dem Gang durch verschiedene Medien unter einem sehr spitzen Winkel wieder zusammentritt und sich interferenzirt.[97]) Die hellere Mitte entsteht einestheils dadurch, dass an beiden Seiten-Gränzen der Nervenprimitivfaser die Lichtwelle eine Biegung

[97]) Zur näheren Darlegung des Wesens und der Entstehung der Interferenz-Erscheinungen theile ich die folgenden — aus der Physik längst bekannten — hauptsächlichsten Grundsätze mit.

§. 1. Die Erscheinungen des Lichtes erklären sich am Genügendsten durch die Annahme, dass es auf der Fortpflanzung von Impulsen beruhe, welche die leuchtenden Körper gegen ein feines, alle Räume erfüllendes Medium, Aether genannt, ausüben. Die Annahme des Aethers ist zwar nur eine bloss hypothetische, welche aber dadurch gerechtfertigt ist, dass sich aus ihr alle Erscheinungen ableiten lassen. — Die Intensität des Lichtes hängt von der Amplitude der Aetherschwingungen ab, weil von dieser die Stärke der Stösse abhängt, welche die Netzhaut des Auges auffängt, die Farbe aber richtet sich nach der Dauer einer Schwingung, oder nach der Anzahl Schwingungen, welche während einer bestimmten Zeit vor sich gehen.

Die Schwingungen erfolgen in Ebenen, welche auf der Richtung der Fortpflanzung des Lichtes senkrecht stehen. Ist also *l* der leuchtende Punkt, und wird von einer Welle das Aethertheilchen *a* ergriffen und zur Seite bis *1'* verrückt, so pflanzt sich die Bewegung während derselben Zeit nach *1* fort. Während nun das Aethertheilchen von *1'* nach *2'* geht, pflanzt sich die Welle nach *2* fort, und die Aethertheilchen, welche in der geraden Linie *a 2* sich befanden, befinden sich nach diesen zwei Zeittheilchen auf einer Linie *2 2'*, und nach fünf Zeittheilchen auf einer Linie *5 5'*, und nach zehn Zeittheilchen auf der gebrochenen Linie *a 10' 10*. Das Aethertheilchen *a* ist wieder in seine Gleichgewichtslage zurückgekehrt, und wird in derselben verharren, bis es von einer neuen Welle ergriffen wird, so wie das Aethertheilchen *10* von der betrachteten Welle. Die Entfernung *a* bis *10* ist die Wellenlänge, welche wir im Folgenden durch λ bezeichnen, und die Entfernung *a 5'* die Amplitude der Schwingung. Die Wellenlänge ist für die verschiedenen Farben des Lichtes in einem und demselben Medium verschieden, und zwar für das rothe Licht am grössten, und für das violette am kleinsten. Die Zeit, während welcher das Aethertheilchen *a* nach 5[1] und wieder zurück zur Ruhelage gelangt, ist ebenwohl für die verschiedenen Farben verschieden, und zwar am längsten für das rothe Licht und am kürzesten für das violette.

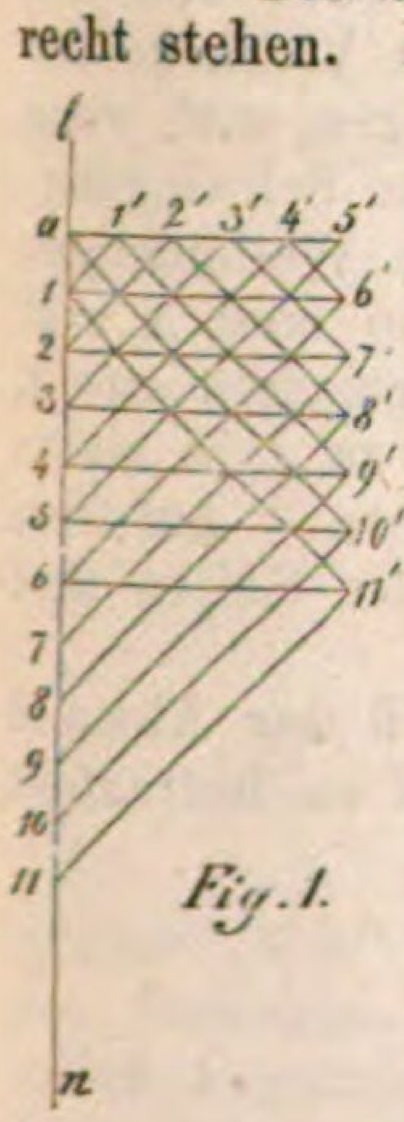


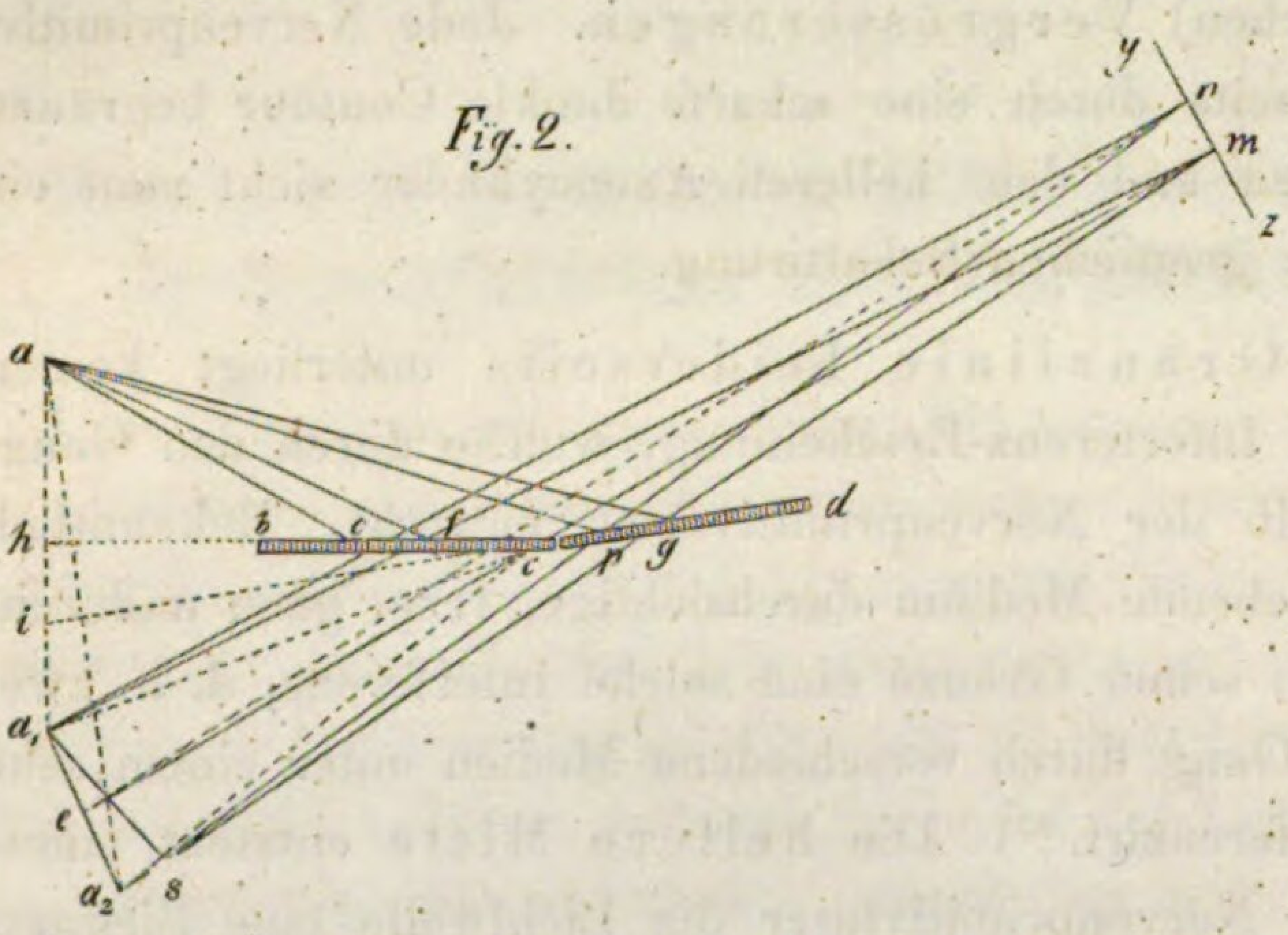
Fig. 1.

§. 2. Aus der Art und Weise der Schwingungen des Aethers folgt unmittelbar, dass, wenn zwei völlig gleichartige, von derselben Gegend herkommende, Lichtstrahlen entweder in einerlei Grade fallen oder sich unter einem sehr spitzen Winkel durchkreuzen, dieselben sich im ersten Falle ihrer ganzen Länge nach, und im zweiten sich nur in ihrer Durchkreuzungsstelle entweder verstärken oder schwächen, je nachdem die auf dieselben Punkte des Aethers übertragenen Schwingungsphasen übereinstimmen, oder einander entgegengesetzt sind. Diese Erscheinungen nennt man Interferenz-Erscheinungen. Um eine richtige Ansicht hiervon zu gewinnen, mögen einige der Haupterscheinungen hier angeführt werden.

erhält, also eine Verstärkung von beiden Seitenrändern aus. Diese Verstärkung fällt so nahe mit der Nervenprimitivfaser zusammen, dass beide identisch zu sein scheinen. Anderntheils aber entsteht die hellere Mitte auch dadurch, dass gleichzeitig Licht durch die Nervenprimitivfaser hindurch tritt. Wäre letzteres nicht der Fall, so müsste bei dem Einstellen — nach der Einrichtung des Mikroskops — die Mitte der Nervenprimitivfaser roth erscheinen, weil der leuchtende Punkt dem Gegenstand nahe liegt,

§. 3. Der Fresnel'sche Spiegelversuch. Lässt man durch eine enge Spalte im Fensterladen einen Sonnenstrahl in ein verfinstertes Zimmer auf zwei unter einem sehr stumpfen Winkel gegen einander geneigte ebene Spiegel fallen, und ist dabei die Durchschnittslinie c der beiden Spiegel $b\ c$ und $c\ d$ mit der Spalte L, die man sich auf der Ebene des Papiers senkrecht zu denken hat, parallel, so erzeugt jeder Spiegel ein Bild $a_1\ a_2$; jedes dieser beiden Bilder hat eine bestimmte Stelle. Ziehen wir durch den Mittelpunkt e der Verbindungslinie $a_1\ a_2$ und die Durchschnittslinie c die Linie $e\ m$, und errichten auf dieser Linie in n die senkrechte Ebene $Y\ Z$, so zeigt sich auf dieser das Interferenzphänomen.

Fig. 2.



In dem Punkte m kommt eine und dieselbe Welle von a aus auf den Wegen $a\ f\ m = a_1\ m$ und $a\ g\ m = a_2\ m$ an, und da diese Wege nach der Construction, weil die Dreiecke afa_1, aga_2 und a_1ma_2 gleichschenklich sind, gleich sind, so werden beide Wellentheile das Aethertheilchen in m nach derselben Richtung treiben; m muss daher intensiv hell erscheinen. In jedem anderen Punkte n des Gesichtsfeldes kommen Strahlen zusammen, deren Wege $aon = a_1n$ und $apn = a_2n$ ungleich sind und einen Gangunterschied $a_1n—a_2n = a_2s$ liefern. Eine Welle, welche von a ausgeht, gelangt also auf dem Wege aon früher als auf dem Wege apn in n an. Die zweite hat, wenn die erste bereits angekommen ist, noch den Weg $a_2s = \delta$ zu durchlaufen. Ist die Geschwindigkeit des Lichtes V, und beträgt die Zeit, während welcher das Licht den Raum δ durchläuft, t, so ist

$$\delta = Vt$$

Bezeichnen wir die ganze Schwingungsdauer des Aethertheilchens durch T, so ist auch

$$\lambda = VT$$

und wenn wir beide Gleichungen dividiren

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{t}{T}$$

Aus dieser Formel ist ersichtlich, dass, wenn die Wegdifferenz δ irgend ein Vielfaches von der Wellenlänge λ ist, auch die Zeit t, um welche die eine Welle früher nach n kommt, dasselbe Vielfache der ganzen Schwingungsdauer ist. Die zuerst ankommende Welle macht also eine Menge Schwingungen, und wenn sie eine neue Schwingung zu beginnen strebt, kommt eine zweite Welle und verstärkt die neue Schwingung; der Punkt n erscheint also hell. Anders verhält es sich, wenn δ ein Vielfaches von halben Wellenlängen beträgt und somit auch t dasselbe Vielfache von T. Die zuerst ankommende Welle macht also eine Anzahl volle Schwingungen und eine halbe, und wenn das Aethertheilchen in seine Ruhelage zurückzugehen strebt, kommt die zweite Welle und verhindert das Zurücktreten. Der Punkt ist also dunkel. Steht δ zu λ in einem anderen Verhältnisse, so ergiebt sich blos eine partielle Verstärkung oder Schwächung des Lichtes. Auf dem Gesichtsfelde ZY wechseln daher hellere und dunklere Streifen. Die Mitte ist hell und auf beiden Seiten sind dunkle Streifen.

Der Abstand n von der Mitte m ist durch den Winkel $men = \psi$ gegeben, und weil der Abstand $a_1a_2 = d$ der Bilder sehr klein ist, so kann a_1s als ein Perpendikel auf a_2n und somit auch auf en betrachtet werden. Hiernach ist aber dann

$$W.\ a_2a_1s = men = \psi \text{ und}$$

$$Sin.\ \psi = \frac{a_2s}{a_1a_2} = \frac{\delta}{d}$$

Da aber ψ sehr klein ist, so können wir

$$\psi = \frac{\delta}{d}$$

setzen. Um die Stellen des Gesichtsfeldes zu erhalten, für welche Dunkelheit herrscht, und welche man durch Abmessen auf dem Gesichtsfelde finden kann, müssen wir

und mithin die Lichtwelle eine bedeutende Krümmung hat, also auf den Raum der Lichtwelle, der eine halbe Undulationslänge des Rothen ist, das Violette sich schon vollständig und die übrigen Farben mehr oder weniger interferenziren; worüber bei der Erklärung der Farbenerscheinungen ein Genaueres.

Die dunkleren feinen Streifen zwischen beiden Gränzlinien und der Mitte beruhen ebenfalls auf einem Gangunterschied der Lichtwelle. Dieser könnte hervorgerufen sein

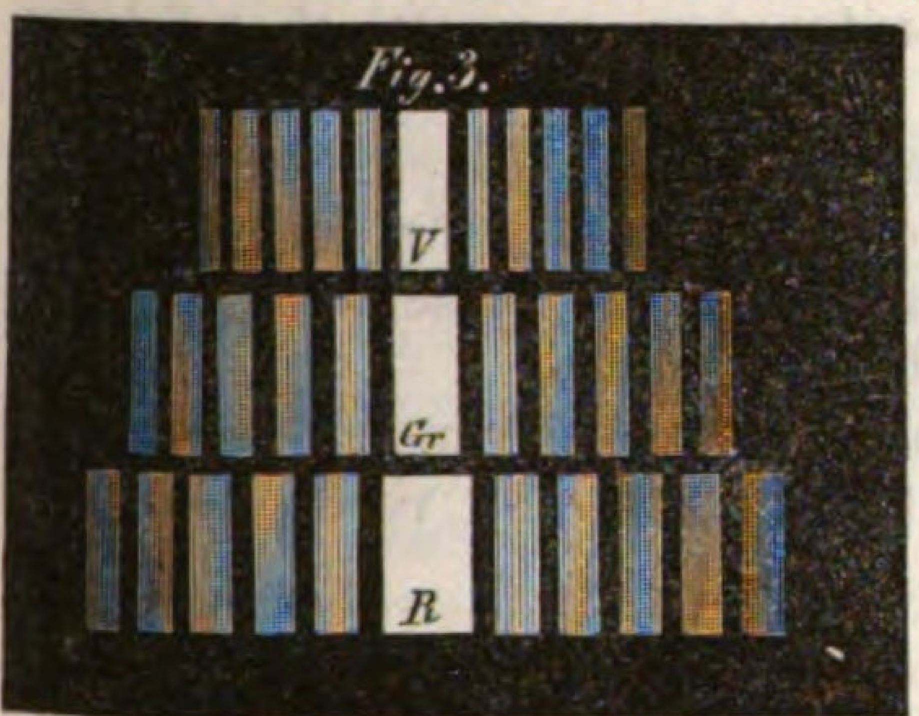
$$\delta = \frac{2n+1}{2}\,\lambda$$

setzen, wo n jede ganze Zahl bedeutet, selbst o nicht ausgenommen. Hiernach ist dann für die dunkeln Stellen

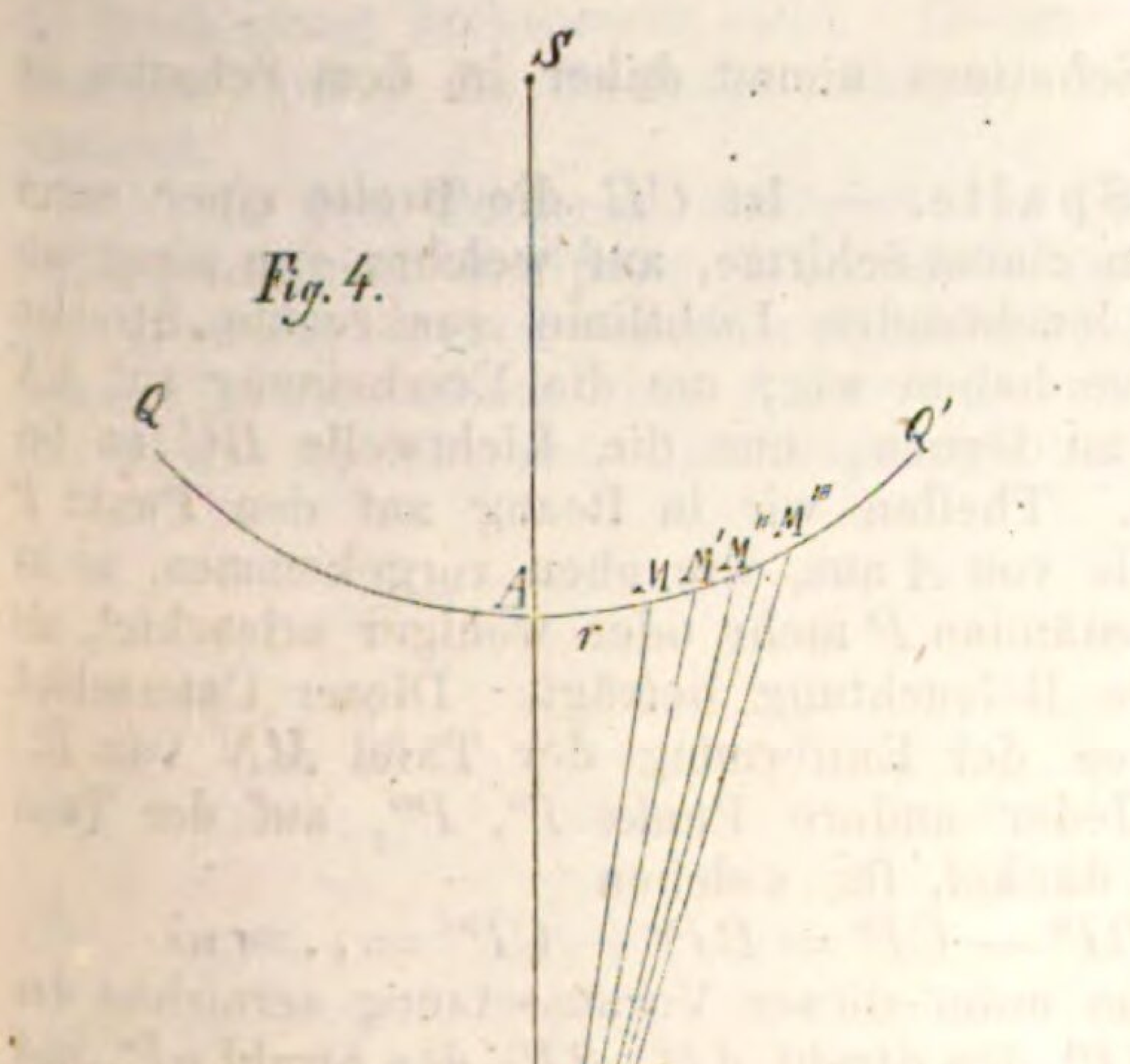
$$\psi = \frac{2n+1}{2d}\cdot\lambda;\ \lambda = \frac{2d\psi}{2n+1}$$

Auf diesem Wege hat man die Wellenlängen gefunden, da ψ für jeden dunklen Streifen, welcher sich beim homogenen Lichte scharf markirt, ermittelt werden kann.

Durch diese Untersuchungen ist man zu dem Resultate gelangt, dass die Wellenlänge des Lichtes für die verschiedenen Farben verschieden ist, am grössten ist sie für das rothe, und am kleinsten für das violette Licht. Fällt weisses Licht auf die Spiegel, so bildet jede Farbengattung desselben parallele Spectra; da die Spectra einer Farbe aber, wegen der verschiedenen Wellenlänge, eine andere Breite haben, als die einer anderen, so fallen, wie die Figur zeigt, die Spectra verschiedener Farben nur in der Mitte m auf einander, weshalb daselbst ein weisser Streifen entsteht; die anderen fallen an verschiedene Stellen des Schirmes, decken sich theilweise, so dass in die, einer Strahlengattung zugehörigen, dunklen Stellen die hellen Streifen einer anderen zu liegen kommen, aber auch helle Streifen verschiedener Farben sich theilweise über einander lagern und gemischte Farben erzeugen.



§. 4. Der Erklärung sehr vieler Interferenzerscheinungen liegt der von Huyghens aufgestellte Satz zu Grunde, nämlich: dass der Aether in dem Punkte P auf der Tafel MN ebenso stark unmittelbar durch die Lichtquelle S in der Entfernung $r+x$ in Erschütterung gelangt, als durch die Lichtwelle QQ^1 in der Entfernung x, welche durch die Quelle S entstanden ist, wofern man jeden Punkt der Welle als einen Erschütterungsmittelpunkt betrachtet, von dem schwingende Bewegungen nach P ausgehen. Verbinden wir S mit P, und theilen die Welle QQ^1 von A aus, in Bezug auf den Punkt P, in der Art, dass die Wegdifferenz zweier auf einander folgender Punkte, nach P hin, eine halbe Wellenlänge beträgt, also



$$MP - AP = M'P - MP = M''P - M'P = \ldots = {}^1\!/_2\,\lambda$$

so heben sich die Wirkungen der, von ähnlich liegenden Punkten r, r^1 zweier auf einander folgender Bogenstücke AM, MM^1 . . der ursprünglichen Welle QQ^1 ausgehenden, secundären Wellen in P, da sie sich in entgegengesetzten Schwingungsphasen befinden, gänzlich auf, wofern sie dieselbe Intensität haben, und somit auch die Wirkungen der auf einander folgenden Bogenstücke, wenn diese gleich gross sind. Die Grösse der Bogenstücke nimmt aber mit der Schiefe ab; je weiter man sich daher von A gegen Q^1 entfernt, desto weniger schwingende Theilchen kommen auf einem Bogenstücke vor. Die Intensität der Strahlen von ähnlich liegenden Punkten zweier auf einander folgender Bogenstücke, r, r^1, ist aber ebenfalls verschieden, und zwar desto kleiner, je schiefer sie die Bogenstücke verlassen. So wird dann die Wirkung von AM durch die Wirkung des Bogenstückes MM^1 auf P nicht ganz aufgehoben, weil $AM > MM^1$ und weil die von AM nach P kommenden Strahlen weniger schief als die von MM' aus der Welle treten. Dasselbe gilt von allen auf einander folgenden Bogenstücken, und erst die weiter von A entfernten heben sich nahezu ganz auf. Hieraus folgt, dass nur die näheren Theile von A zu berücksichtigen sind, da der Bogen AM der grösste ist, und die Strahlen am wenigsten schief austreten. Bezeichnen wir die Lichtintensität, welche das Wellenstück AQ^1 für sich allein in P erzeugt, durch Eins, und die vom 1., 3., 5. . . Bogenstücke hervorgebrachten Wirkungen in P durch a, a', a'', . . . und mit b, b', b'', . . . diejenigen, welche das 2., 4., 6. . . . Bogenstück in P erzeugt, so ist 2 die Gesammtwirkung beider Wellenstücke AQ' und AQ, oder, wenn wir die Wirkung des Wellentheiles AQ' auflösen, die Intensität des Lichtes in P

sowohl durch Klüftungen oder Risse der Nervenprimitivfaser auf deren Oberfläche, oder in deren Innerem, oder durch verschiedene Pressungen, die das Präparat erhalten hat, oder durch Auflagerung von aussen hinzugekommener Fasertheile u. dgl. Dies ist aber nicht wahrscheinlich, da wir stets ein bestimmtes charakteristisches Fasernetz erblicken. Dieses kann nur dadurch erscheinen, dass die Structur der Nervenprimitivfaser der Art ist, dass verschiedene, gegen einander bestimmt liegende, Parthieen des

$$= 1 + a - b + a' - b' + a'' - b'' + \dots$$

oder auch

$$= 1 + a - (b - a') - (b' - a'') - (b'' - a''') - \dots$$

Die Differenzen $a-b$, $a'-b'$, $b-a'$, $b'-a''$ sind nach dem Vorhergehenden positiv, und mithin ist nach dem zweiten Ausdrucke $1 + a$ grösser, als die volle Beleuchtung, und nach dem ersten Ausdrucke $1 + a - b$ kleiner als dieselbe, dagegen wieder $1 + a - (b - a')$ grösser u. s. f.

Verdecken wir daher das Bogenstück AQ^1 durch einen undurchsichtigen Schirm, so ist die Intensität des Lichtes in P nur gleich 1, also nur halb so gross als die volle Beleuchtung. Ziehen wir aber den Schirm zurück, so dass nur MQ^1 verdeckt ist, so ist die Intensität in $P = 1 + a$, also grösser als wenn kein Schirm vorhanden wäre; ziehen wir den Schirm bis M^1 zurück, wodurch P noch entfernter vom geometrischen Schatten kommt, so ist die Wirkung in $P = 1 + a - b$, also wieder kleiner, u. s. f.

Aus dem Gesagten ist zu ersehen, dass durch die Anwesenheit des undurchsichtigen Schirmes seitwärts von der Linie des geometrischen Schattens im homogenen Lichte eine Reihe von sehr hellen Streifen entsteht, die durch dunkle von einander getrennt sind, und dass im Sonnenlichte, weil die verschiedenen Farben verschiedene Wellenlängen haben, mannichfaltig gefärbte Streifen zum Vorschein kommen.

Um eine Ansicht von der Intensität des Lichtes im Schatten zu erhalten, wollen wir AQ durch einen Schirm verdecken, wo dann die Intensität in $P = 1$ ist. Schieben wir den Schirm vor und verdecken QAM, so befindet sich P im geometrischen Schatten, und die Intensität in P ist

$$= (b - a') + (b' - a'') + \dots$$

also kleiner als 1. Wird der Schirm bis M' vorgeschoben, wodurch P noch weiter in den geometrischen Schatten tritt, so ist die Intensität

$$(a' - b') + (a'' - b'') + \dots$$

und mithin wieder geringer. Von der Gränze des geometrischen Schattens nimmt daher in dem Schatten die Lichtintensität allmählig ab.

§. 5. Beugung des Lichtes durch eine enge Spalte. — Ist CB die Breite einer engen Spalte in einem Schirme, auf welchen von einer entfernten leuchtenden Lichtlinie senkrechte Strahlen fallen, so haben wir, um die Erscheinung auf MN kennen zu lernen, nur die Lichtwelle BC zu betrachten. Theilen wir in Bezug auf den Punkt P die Welle von A aus, wie oben vorgekommen, so ist nach Umständen P mehr oder weniger erleuchtet, als die volle Beleuchtung beträgt. Dieser Unterschied hängt von der Entfernung der Tafel MN von BC ab. — Jeder andere Punkt P', P'', auf der Tafel MN ist dunkel, für welchen

$$BP' - CP' = BP'' - CP'' = \dots = n\lambda$$

ist, denn unter dieser Voraussetzung zernichtet der Strahl BP^1 den Strahl AP', βP^1 den Strahl $\alpha P'$, und so die auf dem Wellenstücke BA die ähnlich liegenden auf dem Wellenstücke AC. Hiernach sind dann alle Punkte P', P'' .. dunkel, für welche die Wegdifferenz

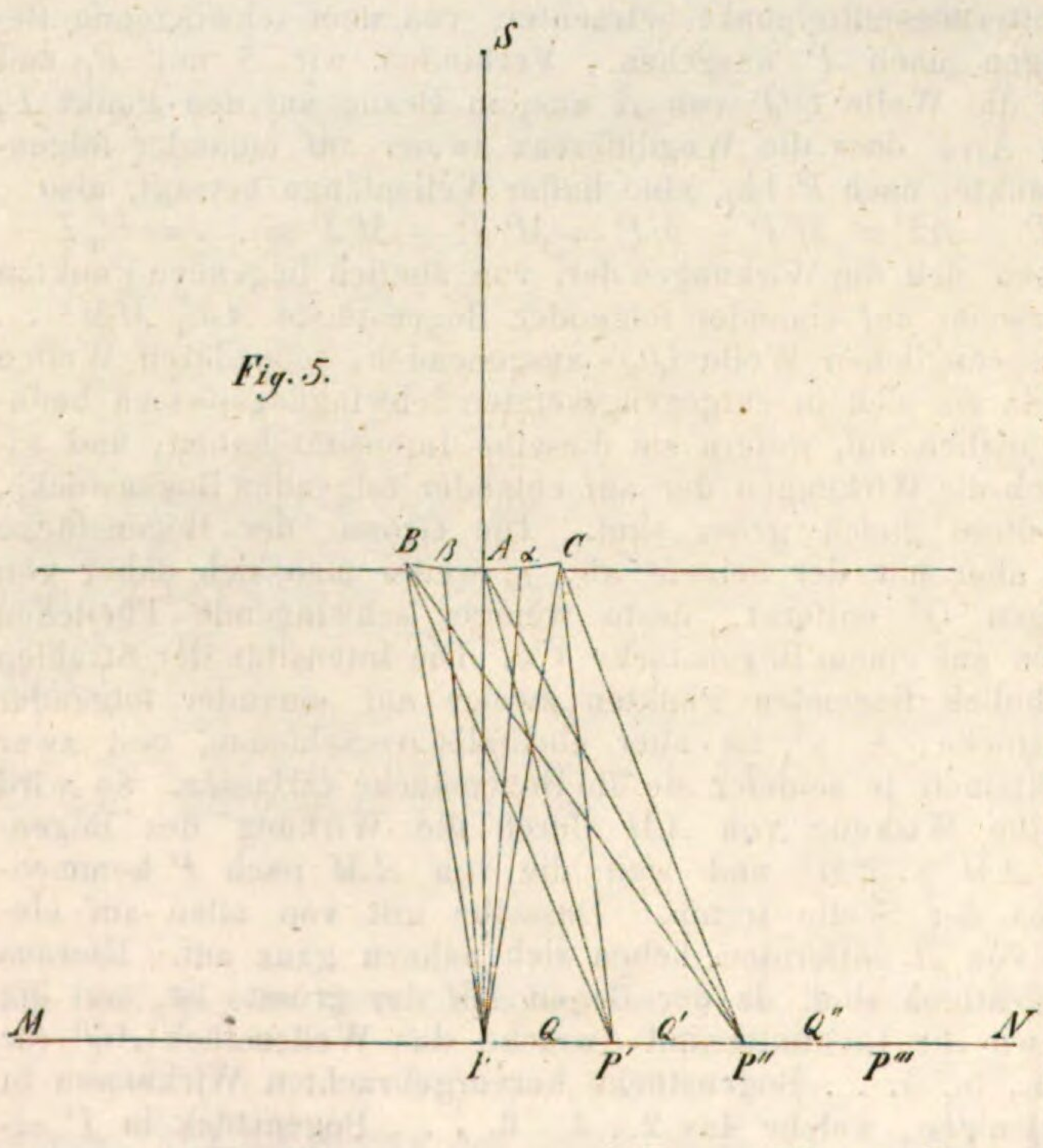
$BP' - CP' =$ einem Vielfachen von Wellenlängen ist. Die Punkte Q' .., welche zwischen P' und P'' u. s. f. liegen, sind hell, und für diese beträgt die Wegdifferenz

$$BQ' - CQ' = BQ'' - CQ'' = \dots \frac{2n+1}{2} \lambda$$

oder irgend eine Anzahl halber Wellenlängen. Der Mittelpunkt P erscheint stark erleuchtet, wenn

$$BP - AP = CP - AP = \frac{2n+1}{2} \lambda$$

Fig. 5.



Präparats verschiedenes Brechungsvermögen besitzen, mithin einen Gangunterschied bei dem Durchgange des Lichts bedingen. Letzteres wird zur Evidenz durch die bei höheren Vergrösserungen sich ergebende, später zu besprechende, Thatsache: dass wir ganz isolirte Theile des Fasernetzes, d. h. isolirte Strecken einzelner von mir als Elementarröhrchen bezeichneter Theile im Raume des sogenannten Nervenmarks, häufig als Ausläufer des Axencylinders, erblicken.

b. Bei den höheren Vergrösserungen von 360—400—700 u. s. w. erblicken wir die sogenannte Doppelcontour beiderseits, aus drei parallelen dunklen Linien bestehend, welche zwei verschiedenfarbige Schichten einschliessen, die rothe und die blaue. Indem ich vorerst von den Farbenerscheinungen absehe, betrachte ich die dunklen Contouren genauer. Dieselben können wohl nicht anders gedeutet werden, als dass man sie als Interferenz-Erscheinungen betrachtet, um so mehr, als sie eine höchst bedeutende Schärfe haben. Dieselben können aber nur bedingt sein durch den Gangunterschied der Lichtwelle an den Gränzen zweier heterogener Mittel. Die Zahl dieser Contouren

und schwach erleuchtet, wenn diese Differenz $= n\lambda$ ist, denn in diesem Falle hebt sich das Licht auf dem Bogen *AC* und auf dem Bogen *AB*.

Ob der Mittelpunkt *P* mehr oder weniger erleuchtet ist, als die volle Beleuchtung beträgt, kommt, wie wir gesehen haben, auf die Entfernung der Tafel *MN* an. Diese Entfernung muss für die verschiedenen Farben, da sie verschiedene Wellenlängen haben, verschieden sein. Auch muss, wenn der Mittelpunkt *P* dunkel, und der Schirm *MN* weit von *BC* entfernt ist, dieser weiter entfernt werden, um wieder *P* dunkel zu erhalten, als wenn der Schirm in der Nähe von *BC* sich befindet. Eine unmittelbare Folge hiervon ist, dass, wenn die Lichtwelle *BC* aus weissem Lichte besteht, der Mittelpunkt *P* bei mancher Stellung der Tafel, zumal in der Nähe von *BC*, gefärbt erscheint.

Die Interferenzerscheinung kann auch durch eine Lupe beobachtet werden, wobei dann aber die Lupe die Stellung haben muss, dass die Tafel *MN* für sie Object wäre. Dieses gewährt den Vortheil, dass man die Erscheinung vergrössert sieht. Ebenso kann man sich eines Fernrohrs oder Mikroskopes bedienen, doch muss das Ocular die Stellung erhalten, dass die Lichtquelle *S*, sobald die Spalte *BC* entfernt ist, deutlich erscheint.

In dem Fernrohr erscheint das Phänomen ausgezeichnet lebhaft, wenn das Ocular die angegebene Stellung hat, und die Spalte sich unmittelbar vor dem Objectiv befindet. Die Punkte der Lichtwelle *BC* schicken nach allen Richtungen parallele Strahlenbündel auf das Objectiv. Betrachten wir eins dieser Lichtbüschel, so finden wir, dass dieses ohne Aenderung seines Gangunterschiedes in den Brennpunkt der Objectivlinse concentrirt wird. Bedingt nun der ursprüngliche Gangunterschied ein Aufheben der Strahlen, so wird der Punkt durch die Ocularlinse dunkel erscheinen, und in dem andern Falle hell. Wir haben hier von den Punkten der Welle *BC* ein paralleles Strahlenbündel angenommen, dessen Bild im Fernrohr in den Brennpunkt des Objectivs fällt, welches aber durch das Ocular nicht wahrgenommen werden kann, da es die Stellung hat, dass die Lichtlinie dadurch deutlich erscheint. Hingegen ist es auch nicht nothwendig, dass man sich von den Punkten der Lichtwelle *BC* ein paralleles Strahlenbündel auf das Objectiv fallend denkt, sondern da jeder Punkt der Lichtwelle *BC* nach allen Richtungen Licht ausstrahlt, so kann man für die verschiedenen Punkte die Richtungen so wählen, dass sie aus Entfernungen zu kommmen scheinen, welche $= AS$ sind, also aus Punkten auf dem Bogen *SS'*. Das Bild von diesen Strahlen wird in die für das Ocular richtige Stellung fallen. Dieses ist dann vorzüglich wichtig für das Mikroskop, welches dieselbe Erscheinung wie das Fernrohr zeigt, wenn man es auf das Object einstellt.

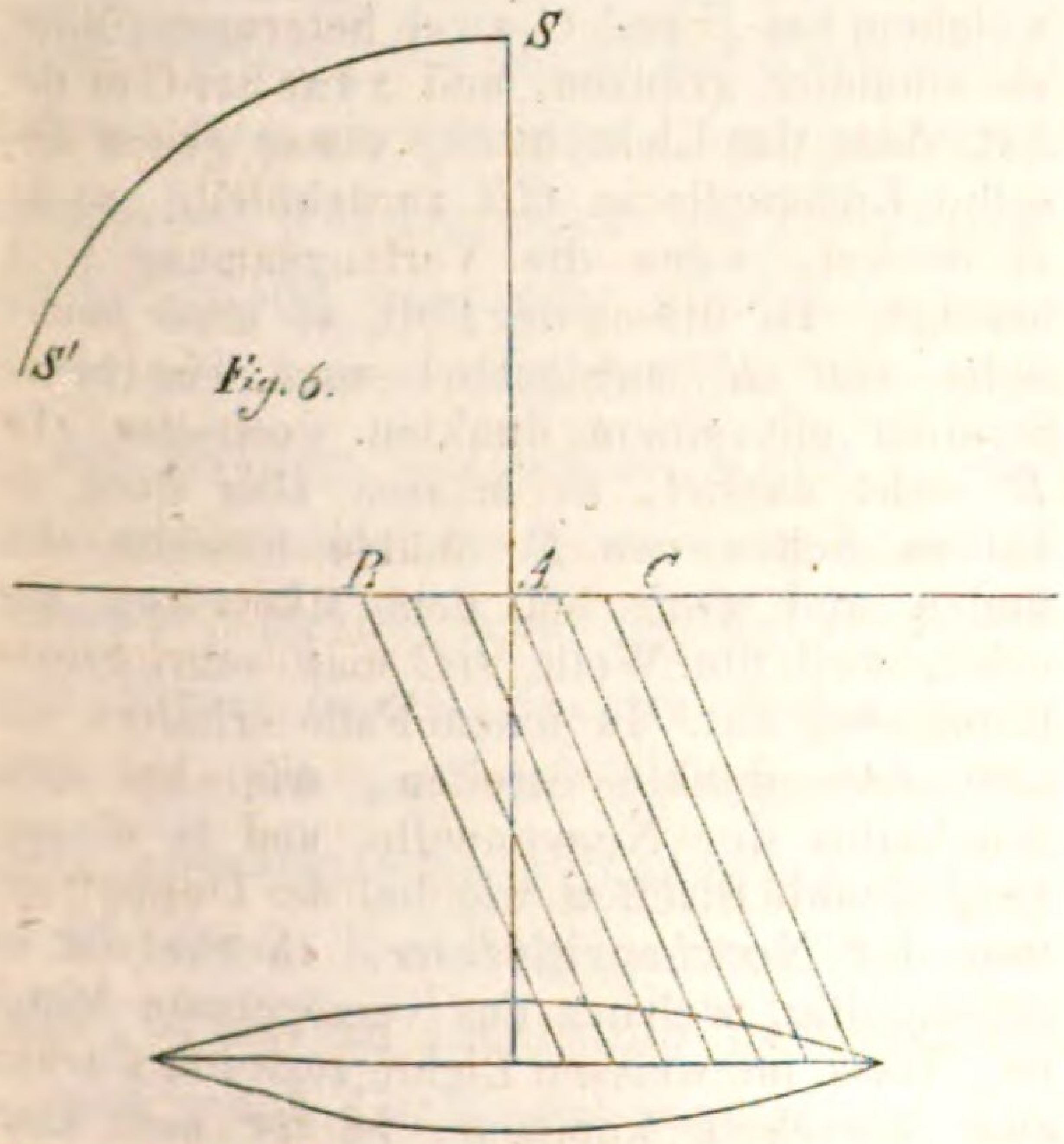


Fig. 6.

§. 6. Ohne uns auf die Interferenzerscheinungen des Lichtes durch zwei und mehrere Spaltöffnungen einzulassen, wollen wir gleich zu der übergehen, welche durch einen sehr dünnen, undurchsichtigen Körper *BC*, auf der Wand *MN*, veranlasst wird. Der geometrische Schatten für den leuchtenden Punkt *S*, oder die Lichtlinie *S*, ist auf der Wand *MN* durch Linie *SQ* und *SR* begränzt. Der eigentliche Schatten erscheint aber etwas grösser, als der geometrische, weil *Q* und *R* nicht voll beleuchtet sind. Im homogenen Lichte beobachtet man ausserhalb des Schattenraumes eine Reihe von hellen mit dunklen wechselnden Streifen, die ebenso gebildet werden, wie die an der

wächst begreiflicher Weise mit der Vergrösserung des Mikroskops. Was daher bei der schwachen Vergrösserung als einfache dunkle Contour erschien, erscheint bei der starken als Doppelcontour, resp. als eine aus drei, resp. mehr, dunklen parallelen scharfen Linien bestehende Begränzung der Nerven-Primitivfaser. Einen weiteren Schluss auf die Structur der Nervenprimitivfaser gestattet diese Erscheinung nicht, und es würde in keiner Weise statthaft sein, aus den drei dunklen Linien der soge-

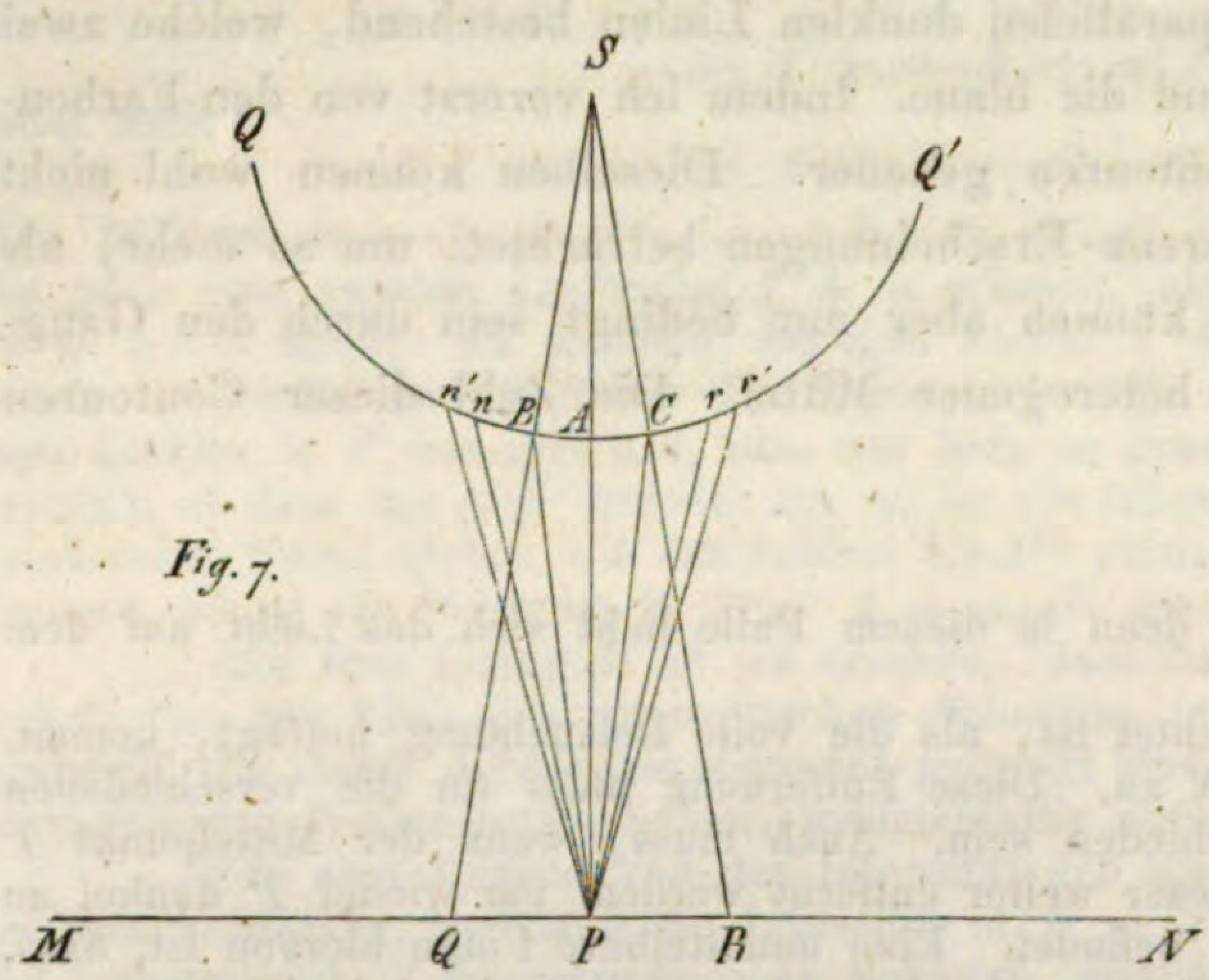


Fig. 7.

Kante eines Schirmes von unbestimmter Breite; aber auch innerhalb des Schattenraumes wechseln helle mit dunklen Streifen. Ein Punkt X innerhalb des Schattens QR auf der Wand MN wird dunkel sein, wenn die Wegdifferenz der Schwingungen von den Punkten n und r, welche gleich weit von dem Hindernisse CB entfernt sind,

$$\frac{2n+1}{2}\,\lambda$$

und hell, wenn diese Wegdifferenz $n\lambda$ ist. Was nämlich von den ähnlich liegenden Punkten n und r gilt, gilt von allen übrigen. Die Mitte P des Schattens wird stets hell erscheinen, und für das Licht von kleinerer Wellenlänge werden sowohl die hellen als die dunklen Streifen der Mitte P näher rücken, und somit muss bei dem Gebrauche des weissen Lichtes ein Farbenbild entstehen, und das violette Licht muss in den Seitenbildern dem Centrum am nächsten liegen.

Ist der Gegenstand BC sehr klein und der leuchtende Punkt S sehr nah, also die Welle QQ' von bedeutender Krümmung, so erscheint auf der nahen Wand MN die Mitte P roth. In diesem Falle trägt das Wellenstück Cr' und Bn' nur zur Beleuchtung der Mitte bei. Beträgt nun die Wegdifferenz $Pr' - CP = Pr' - BP = \frac{1}{2}\lambda$ von dem rothen Lichte, so beträgt dieselbe Wegdifferenz für das violette Licht λ, da die Wellenlänge des violetten Lichtes nahezu doppelt so klein ist, als die des rothen Lichtes. Da nur die Bogen Cr' und Bn' wirksam für P sind, und für das violette Licht z. B. $Pr - CP = r'P - rP = \frac{1}{2}\lambda$, so zernichten die Schwingungen auf rr' die von rC; und es wird sich also in P kein violettes Licht finden. Diese Erscheinung finden wir bei undurchsichtigen Körperchen unter dem Mikroskope.

§. 7. Die Interferenzerscheinungen sind jedesmal Folge von einer Wegdifferenz des Lichtes, von dem leuchtenden Punkte nach einem anderen Punkte hin, wie man aus den angeführten Beispielen ersieht. Diese Wegdifferenz kann aber auf verschiedene Weise entstehen, z. B. durch theilweise Reflexionen, wie bei Newton'schen Farbenringen und dünnen Blättchen, aber auch dadurch, dass zwei heterogene Mittel an einander gränzen. Diesen letzten Fall wollen wir hier noch betrachten. Ist QQ' ein durchsichtiger Schirm, in welchem bei B und C zwei heterogene Mittel an einander gränzen, und zwar bei C in der Art, dass das Licht in CQ etwas gegen dieselbe Lichtwelle in CB zurückbleibt, so ist R dunkel, wenn die Verlangsamung $\frac{1}{2}\lambda$ beträgt. Ist dieses der Fall, so muss beider Seits von R wenigstens noch ein heller Streifen mit einem dunklen wechseln. Ist R nicht dunkel, so müssen aber doch zu beiden Seiten von R dunkle Streifen sich finden und zwar bei dem Mikroskop nur einer, weil die Welle BC eine sehr grosse Krümmung hat. In jenem Falle erhalten wir also drei dunkle Streifen, wie bei dem Nucleolus der Nervenzelle, und in diesem zwei dunkle Streifen wie bei der Doppelcontour der Nervenpritivfaser. Hierbei ist es gleichgültig, welches das verzögernde Mittel ist. Dass im weissen Lichte zugleich Farben zum Vorschein kommen, ist für sich klar. Die Doppelcontour, so wie die drei Ringe des Nucleolus sind also Folge zweier sich berührender heterogener Mittel.

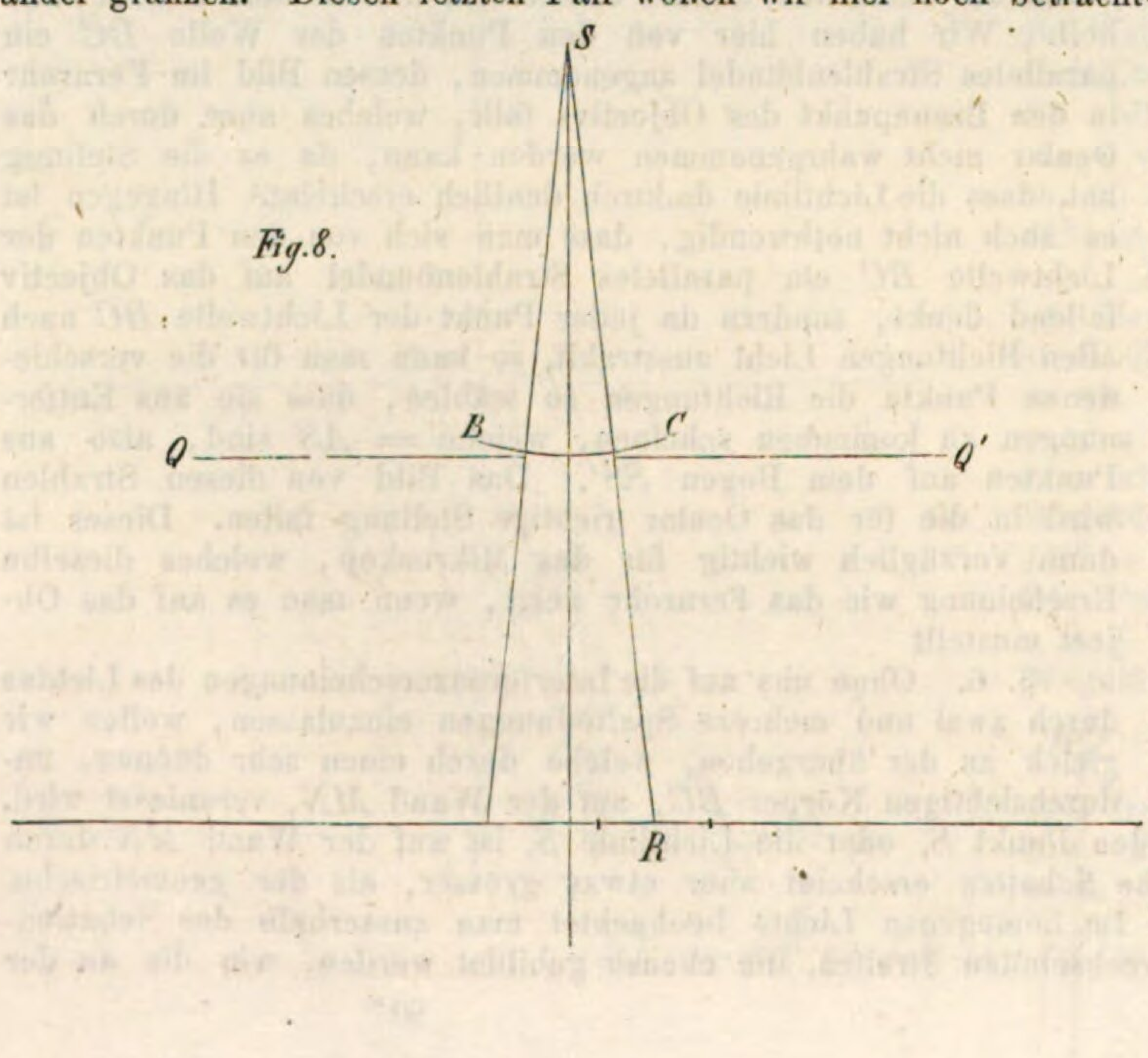


Fig. 8.

nannten Doppelcontour auf drei verschiedene, gesonderte (resp. in einander eingeschlossene) Membranen, oder membranartige differente Theile der Nervenprimitivfaser schliessen zu wollen.

Die im Raume des sogenannten Nervenmarks erscheinenden dunklen Linien, resp. die von mir oben als Elementarröhrchen bezeichneten Theile, an deren Gränzen die verschiedenen Farben wahrgenommen werden, können wiederum nicht anders entstehen, als durch einen Gangunterschied der Lichtwelle. Dieser kann auf sehr verschiedene Weise verursacht sein, wie oben schon erwähnt, durch die feinsten Risse, Zerklüftungen, kleine Auflagerungen u. dgl. Dagegen liegt in der ganzen Erscheinung dieser Contouren so viel Regelmässiges, stets Uebereinstimmendes, dass sie weit mehr als etwas durch die feinste Structur der Nervenprimitivfaser Bedingtes angesehen werden müssen, hauptsächlich aber aus dem Grunde als selbstständige Theile, und nicht als Risse etc., zu betrachten sind, weil sie in allen Horizontalebenen (oder in allen oberflächlicheren wie tieferen Schichten) der Nervenprimitivfaser durch das Mikroskop wahrgenommen werden, endlich auch ganz isolirt dargestellt werden können.

Der Axencylinder bedingt schon durch seine eigenthümliche Erscheinung die Annahme, dass derselbe ein besonderer Körper im Innern der Nervenprimitivfaser ist, dessen Contouren ebenfalls das Resultat des Gangunterschiedes der Lichtwelle durch die Nervenprimitivfaser sind, und welche die Annahme, dass der Axencylinder gar nicht vorhanden wäre, gänzlich ausschliesst. Denn wäre er nicht da, so würde die Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskop gleichfalls anscheinend eine hellere cylindrische Axe bieten; dieselbe müsste aber alsdann von bedeutend grösserem Durchmesser sein, als derjenige ist, welchen man an dem Axencylinder der Nervenprimitivfaser wahrnimmt, und zwar aus dem Grunde, weil ein Interferenz-Phänomen in der Mitte das grössere Feld giebt, und weil dieses noch grösser werden müsste durch die cylindrische, d. h. in der Mitte gewölbtere Form der Nerven-Primitivfaser. Ist das eben Gesagte richtig, und ist der centrale Cylinder, der sogenannte Axencylinder, wirklich vorhanden, so lässt sich a priori voraussetzen, dass dieser Axencylinder mit den ihn umgebenden Theilen der Nervenprimitivfaser in irgend einer materiellen oder anatomischen Verbindung stehe. Und dass diese Verbindung durch feine, faserige, oder röhrige, mehr oder weniger cylindrisch geformte Theile, d. h. durch die von mir als Elementarröhrchen des Nervenmarks, resp. als die Ausläufer des Axencylinders bezeichneten Elemente, bewerkstelligt werde, liegt eben so nahe.

2) Die Farbenerscheinungen. Im Vorausgehenden ist auseinandergesetzt worden, dass die dunklen Linien der Doppelcontour eine Interferenz-Erscheinung sind. In dem Folgenden haben wir zu erörtern, wie die in den Zwischenräumen der genannten Contouren erscheinenden Farben entstehen, und wie ihre gegenseitige Lage gedeutet werden müsse. Nach den bekannten physikalischen Gesetzen entsteht bei dem Durchtritt der Lichtwelle durch zwei verschiedene Mittel, von denen das eine den Gang der Lichtwelle mehr oder minder verzögert, auf einer dahinterstehenden Wand, resp. im Auge des Beobachters, ausser den dunklen Contouren (der Interferenz-Erscheinung) auch noch ein Farbenbild an den Gränzen der beiden Mittel. Demnach müssten wir, streng genommen, an jedem Seitenrande der Nervenprimitivfaser zwei vollständige Spectra erblicken, von denen das eine mehr gegen das Centrum oder die Axe der Nervenprimitivfaser hin, das andre am Aussenrande derselben erschiene. Statt dieser beiden Spectra finden wir aber in unserm Falle eine ganz andere Erscheinung. Wir sehen nämlich nur ein Spectrum, und von diesem nur einen Theil. Es ist daher unsere Aufgabe, diesen anscheinenden Widerspruch der von uns beobachteten optischen Ercheinung mit den Gesetzen der Physik in Einklang zu bringen; und dieses ergiebt sich ganz einfach aus der folgenden Betrachtung: Wenn die Lichtwelle nicht so gekrümmt wäre, wie sie bei der Einrichtung unsrer Mikroskope ist, und wenn die Vergrösserung unsrer Oculare scharf genug wäre (was sie aber ebenfalls nicht ist), so würden wir ein vollständiges Spectrum aller sieben Regenbogenfarben an jedem Seitenrande der Nervenprimitivfaser (doppelt) auftreten sehen. Da aber die vom Spiegel des Mikroskops ausgehende Lichtwelle eine bedeutende Krümmung hat, so kann zur Beleuchtung irgend eines Punktes nur ein

geringer Theil der Lichtwelle wirksam sein. Dieser kleine Theil kann nun der Art sein, dass er das rothe Licht für den angenommenen Punkt interferenzirt, und somit muss auch das Violett interferenzirt werden, und der betreffende Punkt bleibt dann blau. Ist aber der Theil der Lichtwelle von der Grösse, dass er das rothe Licht vorzüglich verstärkt, so interferenzirt sich das Violett und mehr oder weniger die übrigen Farben, dergestalt, dass der angenommene Punkt roth erscheint. Es lässt sich das betreffende Phänomen auch so erklären, dass sich, wegen der grossen Krümmung der Lichtwelle, in jedem der Spectra die eine oder die andre Farbe interferenziren, und nur die Complementärfarben bleiben; mit andern Worten: die beiden Spectra an jedem Seitenrande der Nervenprimitivfaser fallen, wegen der Krümmung der Lichtwelle, so nahe an einander, dass die einzelnen Elemente der verschiedenen Spectra sich über einander lagern. Auf diejenige Stelle nämlich, an welcher das letzte (innerste) Element des äusseren Spectrum's, d. h. das Violett, erscheinen müsste, fällt bereits das äusserste Element des innern Spectrum's, d. h. das Roth. Durch diese Ueberlagerung der genannten beiden und der dazwischen liegenden Farbenelemente entsteht aber eine Vernichtung der Farbe, d. h. weisses Licht, und so gewahren wir von dem inneren Spectrum gar nichts. Dass die äusserste Schicht der Nervenprimitivfaser immer roth erscheint, kommt daher, dass die betreffende Parthie der Lichtwelle eine sehr grosse Krümmung hat, und nur der Theil derselben zur Beleuchtung beiträgt, für welche sich rothes Licht nicht interferenzirt. Bei der inneren (blauen) Schicht aber ist die Welle mehr eben geworden, weil sie durch die Nervenprimitivfaser durchging; — es trägt ein grösserer Theil der Lichtwelle zur Beleuchtung bei, und zwar ein so grosser, dass sich das rothe Licht interferenzirt, also das Blau bleibt.

Die verschiedene Farbe der von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Theile erklärt sich aus der Wegdifferenz der Lichtwelle, welche durch die Röhrchen innerhalb der übrigen Substanz der Nervenprimitivfaser entsteht. Je nachdem die Wegdifferenz eine grössere oder geringere ist, erhalten wir die Farbe roth oder blau; violett sehr selten, oder nicht, weil es immer durch das Roth gedeckt und bei der gekrümmten Welle interferenzirt wird.

Die blaue Farbe des Axencylinders in der Nervenprimitivfaser in Continuität entsteht dadurch, dass die Lichtwelle, von dem Beleuchtungsspiegel stark gekrümmt ausgehend, bei dem Durchgang durch die Nervenprimitivfaser mehr eben wird, indem der Gang desjenigen Theils der Lichtwelle, welcher durch die Mitte der Nervenprimitivfaser durchgeht, begreiflicherweise mehr verlangsamt wird, als der, welcher zur Seite derselben durchgeht. Hierdurch geschieht es, dass in der Mitte (Axe) der Nerven-Primitivfaser sich das rothe Licht interferenzirt, — wegen der mehr ebenen Welle — und somit auch das violette. Die mittleren Farben hingegen bleiben, d. h. die blauen etc.

B. Analyse der optischen Erscheinungen an der Querdurchschnittsfläche der Nervenprimitivfaser.

Nach dem Vorausgehenden scheint es mir überflüssig, die optischen Phänomene, welche wir an der Querdurchschnittsfläche der Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskop beobachten, eben so detaillirt betrachten zu wollen, als dieses bei der Continuität der Nervenprimitivfaser von mir versucht worden ist. Wir haben nämlich auch an der Querdurchschnittsfläche wesentlich die nämlichen Erscheinungen, nur in etwas veränderter Form, wie an der Continuität der Nervenprimitivfaser, Erscheinungen, sage ich, welche hier durch die nämlichen Ursachen bedingt sind, wie an der Continuität der Faser. Die dunklen Contouren zeigen sich wesentlich eben so — und auch die Farben-Erscheinungen — wie an der Nervenprimitivfaser in Continuität. Dass sie auch hier als die Folgen des Gangunterschieds der Lichtwelle durch zwei verschiedene Medien betrachtet werden müssen, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Alle die dunklen Linien also, welche wir bei den verschiedenen Vergrösserungen im Raume des sogenannten Nervenmarks und der Hülle, so wie in der Mitte der Nervenprimitivfaser an dem

sogenannten Axencylinder, gewahren, alle die mehr oder weniger feinen dunklen Punkte, welche an den verschiedenen Stellen zwischen Axencylinder und Nervenmark erscheinen — sind nichts Anderes, als Interferenzerscheinungen, bedingt durch solche Körper resp. Substanzen an der Peripherie wie im Innern der Nervenprimitivfaser, welche das Licht anders hindurchgehen lassen, als das sie umgebende Medium. Dass diese mehr oder weniger undurchsichtigen Theile, aus welchen die Nervenprimitivfaser zusammengesetzt scheint, stets in einer ganz bestimmten charakteristischen Weise in die Erscheinung treten, deutet genugsam darauf hin, dass sie nicht als etwas Zufälliges betrachtet werden dürfen, sondern durch den eigenthümlichen Bau der Nervenprimitivfaser bedingt werden.

Dass auch die Farben-Erscheinungen an der Querdurchschnittsfläche der Nervenprimitivfaser auf denselben Ursachen beruhen, wie an der Nervenprimitivfaser in Continuität, daher eben so zu erklären sind, bedarf nur der Bemerkung.

3. Schlussfolgerungen über den feinsten Bau der Nervenprimitivfaser, gegründet auf die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung und die physikalische Aetiologie der optischen Erscheinungen der Nervenprimitivfaser unter dem Mikroskop.

Aus den bekannten physikalischen Gesetzen ist es klar, dass das Mikroskop nur über Formverhältnisse der bezüglichen Objecte — sonst über nichts — Aufschlüsse geben kann. Dieser Aufschluss ist aber gleichfalls nicht stets ein unmittelbarer, weil ein mikroskopisches Bild, streng genommen, nicht einmal immer ein unmittelbarer Schattenriss des Objectes ist. Dass demnach bei der Deutung der mikroskopischen Bilder, d. h. bei den daraus zu ziehenden — die Structur eines Gegenstandes betreffenden — Schlussfolgerungen, die höchste Vorsicht von Nöthen ist, versteht sich ganz von selbst. Alle die im Folgenden von mir gezogenen Schlüsse sind daher gewissermaassen nur als provisorische zu betrachten, für welche ich nur so lange eine Geltung beanspruche, als nicht durch entscheidendere Thatsachen und Erörterungen sicherere Resultate ermittelt werden.

Ich wende mich jetzt zur näheren Begründung der oben von mir aufgestellten Angaben, welche die Form und die feinste Structur der Nervenprimitivfaser betreffen.

1) Die Form. Dass die Nervenprimitivfaser als ein cylindrischer oder dem Cylinder ähnlicher Körper zu betrachten sei, schien schon aus der entsprechenden Erscheinung derselben in Continuität — als Faser — wie auf der Querdurchschnittsfläche — als kreisähnlich — genügend hervorzugehen. Zu diesen Gründen tritt aber ein eben so entscheidender andrer Grund hinzu, nämlich derjenige, dass an allen Stellen, wo zwei Nervenprimitivfasern in einem rechten oder schiefen Winkel einander kreuzen, die sich kreuzenden Stellen derselben unter dem Mikroskope schmäler erscheinen als die isolirt verlaufenden Strecken der betreffenden Fasern, ein Phänomen, welches an frischen wie an gehärteten Nervenprimitivfasern bei genügender (schon bei 360facher) Vergrösserung mit aller Evidenz beobachtet werden kann.

Dass diese anscheinende Verschmälerung nur als die Folge der Verzögerung im Gange der Lichtwelle durch die beiden übereinander liegenden Faserstrecken betrachtet werden kann — versteht sich von selbst.

2) Die Textur oder der feinste Bau der Nervenprimitivfaser. Aus den im Vorigen enthaltenen Mittheilungen über die Erscheinungen der Interferenz geht es genügend hervor, wie vorsichtig man bei der Deutung einer dunklen Contour sein muss, welche irgend ein unter dem Mikroskop befindliches Object darbietet. Dass mit der Zunahme der Vergrösserungen des Mikroskops in gewissem Grade auch die Zahl der durch die Interferenz bedingten Contouren wächst — muss noch mehr zur Vorsicht anregen. Wie sehr man also dem Irrthume ausgesetzt wäre, wenn man eine jede einzelne,

an der Nervenprimitivfaser in Continuität oder auf der Querdurchschnittsfläche unter dem Mikroskope erscheinende, dunkle Contour für das optische Phänomen einer natürlichen Gränze, einer besonderen Haut, oder für das Phänomen der Begränzung eines besondern flüssigen Medium's u. dgl. halten wollte — liegt klar am Tage. Nur durch die sorgfältigsten Vergleichungen der betreffenden Phänomene untereinander lässt sich annäherungsweise die Wahrheit erkennen.

Mit aller Bestimmtheit lässt sich jedoch behaupten, dass die Nervenprimitivfaser aus zwei gröberen Formbestandtheilen zusammengesetzt ist, dass sie ein Cylinder ist, in welchem ein kleinerer Cylinder, der sogenannte Axencylinder, eingeschlossen ist. Die constante Erscheinung des Axencylinders in der Nervenprimitivfaser an der bestimmten Stelle, und die oben gegebene physikalische Erklärung, dass dieser Cylinder etwas Besonderes sein müsse, liefern die genügenden Beweise.

Es fragt sich nun weiter, ob die von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Theile in der geschehenen Weise als Röhrchen oder Fasern gedeutet werden können. Wir wissen, dass ein jeder feine Riss, die Auflagerung eines feinen Theils u. s. w. auf einem durchsichtigen Körper (auf Glas z. B.) genau die nämliche optische Erscheinung bewirkt, welche wir an den von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Theilen gewahren. A priori scheint also der Einwurf, jene Röhrchen seien nur durch die Präparation der Nervenprimitivfaser hervorgebrachte Artefacte — und nicht in der ursprünglichen Textur begründet, — sehr viel Berechtigung für sich zu haben. Dagegen spricht aber der Umstand, dass, — wenn diese Risse vorhanden sein sollten, — sie immer in der nämlichen Form auftreten. Unter dieser Voraussetzung müsste man eine ganz eigenthümliche, der Nervenprimitivfaser ursprünglich zukommende, Structur annehmen, durch welche es geschieht, dass der Complex von Anziehungen und Abstossungen im Innern der Nervenprimitivfaser, — sobald sie in die Verhältnisse gebracht wird, in der wir sie unter dem Mikroskop untersuchen, — stets dieselben Erscheinungen hervorbrächte.

Dieses ist aber nicht wahrscheinlich, und zwar aus folgenden schlagenden Gründen: Ein einzelnes Elementarröhrchen kann ganz und gar isolirt dargestellt werden, indem man auf Längsabschnitten aus dem Rückenmark oder Nervenstämmen ohne Schwierigkeit solche Nervenprimitivfasern präpariren kann, an welchen der Axencylinder, von seinem Nervenmark grossentheils befreit, lange Strecken hervorsteht, während von ihm isolirte einzelne Elementarröhrchen in grösserer oder geringerer Zahl frei auslaufen. Auch sieht man an isolirten Nervenprimitivfasern, und zwar an den Endstücken von Nervenprimitivfasern, an denen, ausser den einzelnen Elementarröhrchen kein weiterer Theil der Nervenprimitivfaser, und auch nicht einmal der Axencylinder mehr, vorhanden ist, im Raum des sogenannten Nervenmarks ganz isolirt verlaufende Elementarröhrchen. Hier kann nicht von Rissen oder Spalten in einer Substanz die Rede sein (eben so wenig als man von einem Loch ohne Rand reden kann), sondern das isolirte dunkle Elementarröhrchen ist als ein selbstständiger Theil in dem ihn umgebenden Medium, Luft, Wasser etc., zu betrachten, welcher einen Gangunterschied der Lichtwelle bedingt. Ob die von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Theile hohl oder solide seien, das lässt sich vorerst aus der optischen Erscheinung nicht ermitteln. Eben so wenig lässt sich bis jetzt physikalisch mit Sicherheit ermitteln, ob diese Gebilde, wenn es Röhrchen wären, mit einer öligen Flüssigkeit angefüllt sind, oder ob letztere in den Zwischenräumen zwischen den Röhrchen enthalten ist.

Was nun die feinste Textur des Axencylinders betrifft, so reichen die optischen Phänomene, welche an dessen Continuität, wie auf dessen Querdurchschnittsfläche, wahrgenommen werden, nicht hin, um etwas Entscheidendes darüber zu sagen.

Die helleren und dunkleren Streifen, die man am Axencylinder in Continuität gewahrt, können sowohl von feinen Röhrchen oder Fasern, im Innern wie auf seiner Oberfläche, herrühren; es ist aber nicht mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass sie im Innern des Axencylinders befindlich seien.

Was die mehr oder weniger concentrischen 2—3 dunklen Contouren betrifft, die der Axencylinder auf der Querdurchschnittsfläche bietet, so können dieselben — vom physikalischen Standpunkte

aus betrachtet — als Folge eines einzigen wirklichen soliden Cylinders auftreten. Die genannten Contouren können aber auch von mehreren in einander eingeschlossenen herrühren. Im einen wie im andern Falle sind sie als Interferenz-Erscheinungen zu deuten.

Die Querdurchschnittsfläche eines einzigen soliden Cylinders liefert nämlich, je nach der Dimension des Objects und der Vergrösserung des Mikroskops, zwei bis drei oder auch noch mehrere dunkle Interferenz-Contouren. Zwei bis drei in einander eingeschlossene, und einen Cylinder bildende, Röhren bedingen möglicher Weise die nämlichen Erscheinungen, da jede der eingeschachtelten Röhren ihre Contouren bildet, und ein Theil der Contouren der verschiedenen Röhren auf einander fallen können, wie bei den Interferenz-Phänomenen eines Gitters. Hieraus folgt, dass die dunklen Contouren der betreffenden optischen Phänomene die Möglichkeit des Vorhandenseins mehrerer Röhren im Axencylinder weder positiv entscheiden, noch widerlegen können. Dagegen spricht gegen die Annahme mehrerer im Axencylinder eingeschachtelter Röhren der Umstand, dass das Interferenz-Phänomen mehrerer Röhren lebhafter auftreten müsste, als es beobachtet wird, weil, wenn die dunklen Ringe des Phänomens übereinander fallen, auch die hellen Stellen desselben übereinander fallen und letztere sich also verstärken.

Nach dem Vorausgehenden berechtigt uns also die optische Analyse, streng genommen, nur zu der Annahme, dass die Nervenprimitivfaser zusammengesetzt ist: 1) aus dem in ihrem Innern befindlichen Axencylinder, und 2) aus den ihn umgebenden Massen feiner Fasern, die ich als Elementarröhrchen bezeichnet habe, und welche das sogenannte Nervenmark sammt der Nervenfaserhülle grösstentheils constituiren. Ob der Axencylinder und die Elementarröhrchen hohl oder solide seien — darüber giebt die physikalische Prüfung keine Aufklärung. Dass aber diese Elementarröhrchen mit dem Axencylinder in einer unmittelbaren Verbindung stehen — das unterliegt auch vom physikalischen Standpunkte aus wohl keinem Zweifel. Ob eine besondre, vom Nervenmark isolirt bestehende, Hülle an jeder Nervenprimitivfaser anzunehmen sei oder nicht — auch darüber giebt uns die physikalische Analyse keine genügende Aufklärung. Der Umstand, dass — nach künstlicher Entfernung des sogenannten Nervenmarkes und Axencylinders (durch mechanischen Druck etc.) — die sogenannte Hülle zurückbleibt, und unter dem Mikroskop zu erkennen ist, könnte zwar Anlass zur Annahme einer besondern Hülle geben. Jedoch lässt sich aus den Resten einer roh behandelten, grösstentheils zerstörten, Nerven-Primitivfaser nicht ein Schluss auf deren normale feinste Textur ziehen.

Wenn nun die physikalischen Erscheinungen gestatten, den Axencylinder eben so wohl für einen einfachen soliden Cylinder, als auch für einen aus mehreren, in einander eingeschlossenen, verschiedenen Röhren bestehenden Cylinder zu betrachten, — so spricht die Wahrscheinlichkeit für die letztere Annahme. Denn es giebt so auffallend dicke Axencylinder in den Nervenprimitivfasern gewisser Thierclassen (Petromyzon, Mormyrus), dass es nur zu nahe liegt, eine feinere Structur derselben anzunehmen. Und wenn von dem colossalen Axencylinder des Zitter-Aals oder des Neunauges angenommen werden kann, dass er aus mehreren differenten Bestandtheilen zusammengesetzt ist, so lässt der Schluss aus Analogie auch die Ansicht zu, dass der Axencylinder in den Nervenprimitivfasern aller Thierclassen aus mehreren differenten Theilen bestehe. Ueberdies spricht die nicht selten auch an Nervenprimitivfasern des Menschen und der übrigen Wirbelthiere zu beobachtende Thatsache, dass aus der Axe des Axencylinders selbst ein dünnerer Theil hervorsteht, — wie der dünnere Theil eines Perspectivs, der aus dem dickeren ausgezogen ist, — ebenfalls für die obige Behauptung.

Die oben, pag. 708, von mir nach den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung allein gegebene, und im Folgenden kurz zusammengefasste, allgemeine Beschreibung der Nervenprimitivfaser darf demnach — vorläufig — als ein begründetes Resultat der anatomisch-mikroskopischen Untersuchung auf Berechtigung Anspruch machen.

Dass die Farben-Erscheinungen an den verschiedenen Theilen der Nervenprimitivfaser — mit Rücksicht auf die feinste Textur dieses Gebildes — etwas ganz Irrelevantes seien, — ist ebenfalls herausgestellt. Dieselben finden sich bei allen von mir angewandten Mikroskopen in nahezu gleicher oder ganz gleicher Weise. Nur in seltenen Fällen boten sich an verschiedenen Instrumenten Verschiedenheiten in Betreff der Farben-Erscheinungen, während die dunklen Contouren bei allen ohne Ausnahme genau übereinstimmten. Indessen gerade der Umstand, dass sich gewisse Verschiedenheiten in den betreffenden Farben unter gewissen Umständen zeigen, beweist, dass die Farben-Erscheinungen nichts Anderes sind als Interferenz-Phänomene. So z. B. zeigt unter Umständen Meyerstein's Mikroskop die Doppelcontour an der Nervenprimitivfaser gelb und blau, während Kellner's, Oberhäuser's und Schiek's Mikroskope dieselbe stets roth und blau erscheinen lassen. Dass der Grund dieser Erscheinung theils in der Grösse der Lichtwelle (resp. des Diaphragma's) zu suchen ist, welche in Thätigkeit tritt, theils in der Stellung des Objectivs zum Object, — liegt klar am Tage.

4. Allgemeine Beschreibung des feinsten Baues der Nervenprimitivfaser.

Die Nervenprimitivfaser im Rückenmark des Menschen und der Thiere ist — wie die Nerven-Primitivfaser überhaupt — ein festweicher Cylinder von sehr wechselndem Querdurchmesser ($^1/_{750}$''' bis $^1/_{30}$'''), bestehend aus gröberen differenten Theilen, welche wiederum aus feineren Elementen zusammengesetzt sind. Als die gröberen Formbestandtheile sind zu bezeichnen: 1) der die Axe der Nervenprimitivfaser einnehmende sogenannte Axencylinder, dessen Querdurchmesser, eben so wie derjenige der ihn umschliessenden Nervenprimitivfaser, wechselt; 2) das ihn umgebende sogenannte Nervenmark sammt Hülle. Die noch feineren Bestandtheile, aus welchen diese ebengenannten gröberen Theile bestehen, sind die von mir sogenannten Elementarröhrchen, im Allgemeinen von $^1/_{1500}$'''—$^1/_{3000}$''' im Durchmesser, die wahrscheinlich eine ölartige Flüssigkeit führen, resp. von einer solchen getränkt und umgeben sind. Alle diese gröberen Bestandtheile und feinsten Elemente bilden ein unter sich auf das Innigste zusammenhängendes Ganzes, und nur durch künstliche Präparation lassen sich einzelne der gröberen und feinsten Formtheile darstellen.

a) Die Hülle oder Scheide der Nervenprimitivfaser wird gebildet von den äussersten Lagen der Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaser.

b) Das Mark ist zusammengesetzt aus den, zwischen der äusseren Peripherie und dem Axencylinder verlaufenden, ein complicirtes Netzwerk bildenden, Elementarröhrchen, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen, und untereinander sowie mit dem Axencylinder mannichfach communiciren.

c) Der Axencylinder ist aus mehreren (2 bis 3) in einander eingeschachtelten Röhren, und diese wiederum aus den feinsten Elementarröhrchen zusammengesetzt, welche sowohl untereinander, wie mit den, den ganzen Axencylinder umgebenden, Elementarröhrchen des sogenannten Nervenmarks und der Hülle auf das Mannichfaltigste durch Communication oder Anastomose verbunden sind.

d) Die ölartige Nervenflüssigkeit ist wahrscheinlich in allen den Elementarröhrchen, sowohl der Hülle und des Marks, wie des Axencylinders, resp. zwischen denselben enthalten.

Historisches und Critisches
über die Nervenprimitivfaser des Rückenmarks im Allgemeinen.

Die Geschichte der Nervenprimitivfaser des Rückenmarks ist auch zugleich die Geschichte der Nervenprimitivfaser überhaupt, resp. der peripherischen Nervenprimitivfaser, so wie der der nervösen Centralorgane. Die Nervenprimitivfaser der Centralgebilde des Nervensystems ist nämlich, laut dem Endergebnisse aller Untersuchungen, in allen allgemeineren wesentlichen Beziehungen der Nerven-Primitivfaser in den peripherischen Ausbreitungen dieses Systems gleich. Dieser Satz wird auch noch in dem Folgenden so gestützt werden, dass es einstweilen gestattet sein mag, anticipando von demselben als einem bewiesenen auszugehen. Es ist daher für meinen Zweck unerlässlich, bei der historischen Betrachtung der über die Nervenprimitivfaser des Rückenmarks aufgestellten Ansichten früherer Autoren, nicht blos diejenigen Ansichten, welche speciell über die Nervenprimitivfaser des Rückenmarks handeln, hier in Betrachtung zu ziehen, sondern auch auf die Ansichten Rücksicht zu nehmen, welche in Bezug auf den Bau der peripherischen Nervenprimitivfaser, resp. der Nervenprimitivfaser im Allgemeinen, aufgestellt worden sind. Da ich aber über diese Materie bereits in einer früheren Schrift [98]) zum Theil ausführlicher geredet habe, so werde ich in dem Folgenden nur das Wichtigste berühren, da eine erschöpfende historische Darstellung dieses Thema's, weil zu dem von mir beanspruchten Zwecke nicht erforderlich, hier nicht in meiner Absicht liegt, und weil derjenige Leser, welcher das Ausführlichere sucht, in meiner eben erwähnten Schrift theilweise die genaueren historischen Zusammenstellungen finden kann.

In dem Folgenden werde ich daher, um die Ergebnisse und Ansichten früherer Forscher mit den meinigen in Harmonie zu bringen, resp. die Differenzen derselben aufzuklären, zuerst von der sogenannten Hülle, dann von dem sogenannten Marke der Nervenprimitivfaser, und endlich von dem Axencylinder derselben reden. Hierbei ist es mein Hauptzweck, die von den verschiedenen Beobachtern gefundenen Thatsachen möglichst genau zu würdigen, die von ihnen auf die beobachteten Thatsachen gestützten Ansichten an der Hand meiner eignen Erfahrungen zu prüfen, und auf solche Weise die Ursachen klar zu machen, durch welche die Verschiedenheiten in den Ansichten, wie in den Resultaten der Beobachtungen, zu verschiedenen Zeiten bei den verschiedenen Forschern entstanden sind, Verschiedenheiten, die, bei der ewigen Gleichheit der Naturgesetze in den organischen Bildungen, nur in der Unvollkommenheit der menschlichen Sinne und Beobachtungen, und der Unvollkommenheit in den Hülfsmitteln der Forschung, ihren Grund haben können.

A. Die Hülle der Nervenprimitivfaser betreffend.

Dieselbe werde ich hier nur unter zwei verschiedenen Hauptgesichtspunkten betrachten, nämlich in Bezug auf ihre Elementarbestandtheile und ihr Vorkommen im Allgemeinen.

1. Die histologische Beschaffenheit der Nervenfaserhülle betreffend.

Die äussere Scheide, oder nach ihrem Entdecker sogenannte Schwann'sche Hülle, wird bisher als eine structurlose, wasserhelle Membran betrachtet [99]), und ihre Begränzung nach aussen wie nach

[98]) Siehe meine Schrift: Anatomische und mikroskopische Untersuchungen über den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle. Mit 2 Tafeln Abbildungen. Frankfurt 1856. 4°.

[99]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 281. Ich führe absichtlich nur diesen einen Autor statt aller übrigen an, indem die von Kölliker vertretenen Ansichten wohl als die jetzt allgemein gültigen anzusehen sind. Ich werde aus den

innen wird durch eine einfache, feine, ununterbrochene Linie dargestellt. Diese Ansicht erscheint ganz gerechtfertigt, wenn man aus den Nerven eines frisch getödteten Thiers, die man, mit Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskop untersucht, oder nach den übrigen bisher geübten Methoden der Untersuchung [100]) seine Schlüsse zieht. An frischen Nerven, ohne Anwendung der stärkeren und besten Vergrösserungen, ist allerdings auch anscheinend weiter nichts zu erkennen. Daraus aber hat man mit Unrecht gefolgert, dass in diesen Theilen auch keine differenten Elemente existirten. Der Umstand aber, dass an frischen Nervenfasern die Elemente wegen ihrer Durchsichtigkeit nicht zu erkennen sind, beweist eben so wenig gegen deren Existenz, als es gegen die des Axencylinders beweist, dass dieser, ohne Reagentien, in frischen Nerven häufig nicht zu erkennen ist. Auch Kölliker hat dieses (Gewebelehre 1855, p. 287) in neuester Zeit ausdrücklich ausgesprochen. Bei sorgfältiger Untersuchung mit den stärksten brauchbaren Vergrösserungen erhellt aber, dass die Hülle einer jeden Nerven-Primitivfaser nicht in der ganzen Länge ihres Verlaufs eine ununterbrochene Linie bildet, sondern an

Arbeiten meiner Vorgänger nur diejenigen besonders hervorheben, welche mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen entweder am meisten in Einklang, oder am meisten in Widerspruch stehen. Ueber die Histologie der Hülle der Nervenprimitivfaser sagt Kölliker 1850—1854: „Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begränzungshaut, Valentin) ist eine äusserst zarte, nachgiebige, aber elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme weniger Stellen, an Augenmuskelnerven, Rückenmarksnerven z. B., durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Reagentien, wenigstens an den dickeren Fasern der Nerven und der Centralorgane, ziemlich leicht zur Anschauung kommt. An den feinsten Fasern des peripherischen wie des centralen Nervensystems ist ihre Darstellung noch nicht gelungen, und muss es daher vorläufig dahin gestellt bleiben, ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht." Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl., 1852, p. 263. 264; 2. Aufl., 1854., p. 281. In der Mikroskop. Anat. 1850, p. 391, fügte Kölliker noch hinzu: „In Betreff der allerfeinsten Fasern (Retina, graue Substanz) liegt nicht einmal die Möglichkeit vor, dass der Nachweis derselben (Hülle) je gelingen werde, doch darf man auch hier namentlich aus Gründen der Analogie mit ziemlicher Sicherheit eine Hülle annehmen." Von Fasern in der Scheide — die Valentin, Rosenthal, Henle annehmen — sah Kölliker nichts. Er glaubt, „dass Einknickungen und Runzeln derselben, oder innerlich ansitzende Theile geronnenen Nervenmarks, die, bei Essigsäurezusatz namentlich, oft stabförmig und wie zu Netzwerken vereint vorkommen, für solche gehalten worden sind." Mikr. Anat. 1850, p. 396. Als Reagentien empfiehlt Kölliker Kochen in Alkohol absolutus, Kochen in Essigsäure; Kochen in Alkohol und dann kalte Behandlung mit Natron causticum; am schönsten erscheine die Hülle durch Behandlung mit rauchender Salpetersäure und nachherigen Zusatz von Kal. caustic. Durch letztere Procedur wird der Axencylinder gelöst und alles Fett ausgetrieben, so dass die leere Scheide zurückbleibt. Behandlung mit Sublimat, nach Czermak (Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. 1850; Kölliker, Gewebelehre, p. 284, 2. Aufl.). Kölliker glaubt aber dennoch, dass es hüllenlose (markhaltige und marklose) Primitivfasern giebt (p. 284 u. mikrosk. Anat. II. 1. 396): „Bei Froschlarven entwickeln sich mehrere dunkelrandige Fasern in einer und derselben durch Verschmelzung von Zellmembranen gebildeten structurlosen Scheide (Annal. des sc. nat. 1846); Aehnliches findet nach R. Wagner's Abbildungen (Ueber den feineren Bau des electrischen Organs im Zitterrochen. Göttingen 1847. Fig. III. b) im electrischen Organe von Torpedo statt, und nach Stannius besitzen (Gött. Nachr. 1850) die Nervenfasern der Centralorgane bei Petromyzon weder Hülle noch Mark." Betrachten wir diese Darstellung Kölliker's, so ist der Ausspruch, dass die Hülle eine „vollkommen structurlose" Haut sei, nur das Geständniss, dass ihre Structur bis jetzt von uns noch nicht erkannt werden konnte. Denn, dass ihr Bau einem bestimmten Gesetze folgend stets ein gleicher ist, nicht etwas Zufälliges — das versteht sich von selbst. Kölliker untersuchte aber nur mit solchen Vergrösserungen (3—400), bei denen die Elementartheile der Nervenfaserhülle nicht genügend erkannt, oder nur sehr undeutlich gesehen werden können; daher Kölliker auch dasjenige, was andere Forscher für Elemente der Hülle hielten, als eine optische Täuschung betrachtet; indessen sind Gebilde, welche Kölliker Einknickungen und Runzeln nennt, als solche nicht genügend von Kölliker documentirt, und stehen daher mehr nur als eine wahrscheinliche, daher willkürliche Annahme da; sie können deshalb auch nicht als gültige Beweise gegen die Existenz von erkennbaren feinen, faserartigen Elementen in der Nervenscheide zugelassen werden; auch das, was Kölliker als innerlich aufsitzende Theile geronnenen Nervenmarks betrachtet, beweist nichts gegen die Existenz feiner Elemente der Hülle selbst, da die Existenz dieser „geronnenen Theile" selbst unbewiesen dasteht, und eine ganz andere Bedeutung hat, wie ich unten nachweisen werde. Dass die von Kölliker u. A. empfohlenen Reagentien zwar die Existenz der Hülle, nicht aber ihre Elementarstructur genauer erkennen lassen, beweist nichts gegen die letztere. Die Anwendung solcher Reagentien ist aber ein zu destruirendes Verfahren, um nur entfernt darauf einen Schluss in Bezug auf so feine Structurverhältnisse zu bauen, wie sie hier in Betracht kommen. Dass es hüllenlose Fasern gebe, ist aus später anzuführenden Gründen unannehmbar; denn in Beziehung auf dasjenige, was Kölliker über die Entwicklung mehrerer Fasern in einer Hülle bei Froschlarven sagt, so ist es viel wahrscheinlicher, dass besondere Hüllen jeder einzelnen Faser in der anscheinend gemeinschaftlichen Hülle vorhanden waren, aber wegen ihrer Zartheit nicht beobachtet wurden. Die Beobachtungen von Wagner und Stannius sind aber nach meinen Erfahrungen (s. u.) nicht zu bestätigen. Kölliker, p. 284, bemerkt aber auch selbst, „dass die Unmöglichkeit der Nachweisung von Hüllen die Nichtexistenz derselben noch keineswegs mit Bestimmtheit darthut."

[100]) S. z. B. Kölliker, mikr. Anat. II. 1850. p. 395.

ihrer äusseren Fläche ein überaus feines Netzwerk oder Filzwerk von Fasern oder Röhrchen zeigt; ebenso zeigt sie nach innen keineswegs eine scharfe linienförmige Gränze, sondern nach innen (gegen den Axencylinder) wie nach aussen (zu den benachbarten Hüllen oder Nervenprimitivfasern) sendet sie Verzweigungen aus; also ist sie keineswegs überall durch linienförmige Begränzung in ihrem ganzen Verlaufe isolirt, sondern sie geht vielfache Verbindungen mit andern Primitivfasern ein. — Die bisherigen Untersuchungsmethoden scheinen mir nicht so geeignet, als die oben von mir angewandte, um die genannten Verhältnisse gehörig erkennen zu lassen. Am wenigsten aber sind die frischen Nerven, ihrer Durchsichtigkeit wegen, zu solchen Untersuchungen geeignet. Mit grosser Evidenz überzeugt man sich von der beschriebenen Beschaffenheit der Hülle an Längsabschnitten aus dem Rückenmarke von Petromyzon in solchen Schichten, welche die colossalen Müller'schen Fasern enthalten.

Der erste Beobachter aber, welcher entdeckte, dass die äussere Hülle der Nervenprimitivfaser aus feinen Röhrchen oder Fasern zusammengesetzt ist, war Fontana; er bildet auch solches ab [1]. — Fontana bediente sich einer 5—800-fachen linearen Vergrösserung, und untersuchte die Structur der Nervenhülle an frischen Nerven eines Kaninchens, die er mit feinen, scharfen Nadeln auf das Feinste zertheilte und bis in ihre kleinsten Elemente möglichst isolirte, nachher solche, mit etwas Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskop anfangs mit schwachen, dann aber mit den stärksten Vergrösserungen untersuchte. Die Abbildungen Fontana's sind zwar nur als rohe Skizzen anzusehen, indessen sie geben das Charakteristische in der Form der Elementarröhrchen. Und was Fontana hier als gewundene oder geschlängelte Fäden der Nervenscheide darstellt, muss allerdings als solches angesehen werden, obwohl es mir scheint, dass Fontana die blasse, von Schwann zuerst genauer erkannte und beschriebene, Nervenscheide doch nicht genügend gekannt habe; er spricht nicht davon, dass er je die Scheide isolirt (d. h. abgerissen oder ganz von ihrem Inhalte befreit) gesehen hat; und Fontana hätte sicher von der überaus blassen, meist schwer erkennbaren, Scheide und von ihren feinsten Elementarröhrchen gesprochen, wenn er sie einmal deutlich gesehen hätte. Diese und andere Beobachtungen Fontana's sind unbeachtet geblieben, und erst in der neueren Zeit hat die ihnen zu Grunde liegende Wahrheit wieder Geltung erlangt, s. unten.

Mit Fontana's Beobachtungen stimmt G. R. Treviranus [2] übererein. Er sagt, „dass in oder an den Wänden der letzten Nervenröhren geschlängelte Canäle herablaufen," jedoch ohne sich zu verbinden, „meist nur zwei derselben, ... die auf beiden Seiten der Röhre fortgingen, an andern Stellen liefen sie in grösserer Menge und nach allen Richtungen über der Oberfläche der Röhre fort." Die Abbildung, welche Treviranus (l. c. Taf. XIV. Fig. 75) giebt, und die 350-fach linear vergrössert ist, zeigt allerdings nicht das, was ich als Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaserhülle bezeichne. Treviranus zeichnete in dieser Abbildung wohl nur die Doppelcontour mehrerer schräg übereinander liegender Fasern. Dass aber Treviranus die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaserhülle dennoch gesehen habe, erhellt daraus, dass er die des sogenannten Nervenmarks entschieden erkannte, wie ich weiter unten mittheilen werde.

Von den neueren Beobachtern war es auch Valentin, welcher die Elementarröhrchen der Primitivfaserhülle sah; er beschreibt solche und bildet sie ab [3] als Zellgewebefasern der Nervenscheide. Die Abbildung ist zwar nur eine fragmentarische, und bei der von Valentin angewandten Untersuchungsmethode war eine bessere Erkenntniss des Sachverhalts auch nicht wohl genauer möglich. Ich glaube aber nicht mit Unrecht die obige Annahme Valentin's in der geschehenen Weise zu erklären,

[1] Felix Fontana, Abhandlung über das Viperngift etc. 1. u. 2. Band. Berlin 1787, 4°. Bei Chr. Fr. Humburg.

[2] G. R. Treviranus u. L. Ch. Treviranus, vermischte Schriften. I. Göttingen 1816. 4°. Ueber die organischen Elemente des thierischen Körpers.

[3] Valentin, in: Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carolin. N. C. 1836. Tab. IV. Fig. 17.

um so mehr, als Valentin später [4]) sagt, dass diese Fasern den Anschein geben, „als liefen zwei einander kreuzende Faserformationen schraubenförmig um das Rohr herum." Er sah zwar nicht Querfasern, mehrmals einfache Längsfasern. Valentin nennt diese Fasern cylindrisch, gleichmässig, sagt aber nichts über deren Durchmesser [5]). — Ausser Valentin sahen auch andere Forscher die fibrillären Elemente der Scheide. So beschreibt Remak z. B. die feinsten Elemente der Nervenfaserhülle [6]) an den Cerebrospinalnerven, als „Fasern, die sich maschen- oder netzförmig verbinden, ohne doch Anastomosen zu bilden, viel feiner als die Zellgewebsfasern des Neurilems, vielleicht die feinsten bekannten Elementarfasern des Körpers sind . . . in ihrem Verlaufe theils zu feinen Knötchen anschwellen, theils an ihrem Rande mit verschieden geformten, meist runden, gestielten Körperchen besetzt sind, welche sich leicht abstreifen, und . . . die kleinen Körperchen zu sein scheinen, die beim beginnenden leisen Drucke auf das Nervensträngchen hervorfliessen. Diese Hülle scheint sich mit der der benachbarten Fasern zu verbinden Ich habe sie (sagt Remak) als zellgewebig ansprechen müssen — weil ich keinen Grund habe, sie als direct zum Nervensystem gehörig zu betrachten." Diese Mittheilungen Remak's kann ich nicht anders deuten, als dass er theilweise die Elementarröhrchen der Schwann'schen Hülle beschreibt; da er ausdrücklich bemerkt, dass diese seine Hülle von der neurilematischen Hülle des Nervenstrangs ganz verschieden ist.

Am schärfsten — in morphologischer Hinsicht — erkannte wohl Schwann 1839 die Hülle der Nervenprimitivfasern, nicht aber die Elemente der Hülle [7]), und bildete jene zuerst deutlich ab, so weit solche bei schwachen Vergrösserungen erkennbar ist. Schwann hielt aber diese Hülle für structurlos. Indessen das „fein granulirte Ansehen" der Nervenfaserhülle erkannte doch Schwann [8]). Anzuführen sind auch Purkinje und Rosenthal [9]), welcher meist Längs- und seltener Querstreifen in der Hülle annimmt; ferner Henle [10]), welcher „äusserst feine, schief und einander kreuzend über die Oberfläche verlaufende Fasern" an der Scheide bemerkte, jedoch nicht, wie Rosenthal annahm, wirklich zusammenhängende, die Nervenröhre umgebende Kernfasern beobachten konnte. Auch Bruns [11]) fand bei Anwendung von „Linsen von sehr kurzer Focaldistanz, so dass die Oberfläche der Scheide gerade in den Focus fällt, an ihr zuweilen eine feine Längenstreifung", spricht sich aber ausdrücklich gegen Valentin's Ansicht von deren Zusammensetzung aus Zellstofffäden aus. — Dass die Hülle der Nervenprimitivfasern aus Fasern bestehe, nimmt auch R. Wagner an [12]) und bildet solche in Fig. 3, *a, a,* ab, aus einer Nervenfaser des electrischen Organs von Raja Torpedo [13]). Wagner zeichnet hier zwar feine parallele Fibrillen, ähnlich wie Valentin; indessen muss ich hier das nämliche wie von Valentin's Zeichnungen anmerken. Diese genannten sorgfältigen Beobachter sahen doch wenigstens Fragmente eines Gewebes, das Andern entgangen war, trotz einer nicht genug zur Erforschung dieser Verhältnisse geeigneten Untersuchungsmethode. Auch die schönen Icones physiologicae von R. Wagner und Ecker, 1852, zeigen Mehreres, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt; so auf Taf. 13, Fig. 1, das granulirte Ansehen der Hülle, welches bei höherer Vergrösserung die Elementarröhrchen gezeigt haben würde; in Fig. 3 das Unterbrochene der Doppelcontour und einzelne Elementarröhrchen. Ebenso in Fig. 4, wo, bei *a.* und *B.*, das feine Röhrennetz in dem Gewebe der Hülle ziemlich hervortritt.

4) Valentin, Sömmerring's Hirn- und Nervenlehre, 1841, p. 4.
5) Vergl. auch dessen Artikel: »Gewebe etc.« in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. 1842. 1. Bd. p. 689.
6) Remak, in: Froriep's Notizen, 1837. III. Bd. p. 37.
7) Schwann, Mikrosk. Unters. üb. d. Wachsthum der Thiere u. Pflanzen, Berlin 1839. 8. Tab. IV.
8) Schwann, 1839. l. c. p. 174. 175.
9) Rosenthal, de formatione granulosa, 1839, p. 16. 17. 10) Allg. Anat. 1841, p. 620. 11) Allg. Anat. 1841, p. 145.
12) R. Wagner, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven etc. Leipzig 1847. Fol. p. 1.
13) Auch in seinem Handwörterbuch der Physiologie, III. Bd. 1. Abth. Abbildg. Taf. 1. Fig. 6.

2. Das Vorkommen der Nervenfaserhülle im Allgemeinen betreffend.

Während nun die mitgetheilten Beobachtungen anderer Forscher mit den von mir aufgestellten Ansichten über die Beschaffenheit der Nervenscheide übereinzustimmen scheinen, während ferner unsere besten Beobachter, z. B. Valentin [14]), Kölliker u. A. an den centralen Nervenfasern eben so wohl eine Hülle, obwohl eine feinere, annehmen als an den peripherischen, und schon Henle 1841 (allg. Anat. p. 670) die Scheide an den stärkeren Nervenröhren der Centralorgane „leicht zu sehen" fand, — haben andere Forscher bei manchen Nervenprimitivfasern in den Centralorganen, insbesondere bei den feineren, die Existenz einer Hülle in Abrede gestellt.

So läugnete z. B. Stannius 1850 die Hülle der Nervenprimitivfasern in den Centralorganen von Petromyzon [15]). Dieser Angabe muss ich aber widersprechen. An frischen Präparaten, bei schwachen Vergrösserungen, ja selbst auf Längsabschnitten aus in Chromsäure gehärteten Rückenmarken, erkennt man allerdings keine Hüllen der feinen Nervenfasern. Aber auf feinen Querabschnitten bei 7—8—900-maliger Vergrösserung ist die Hülle auch der feinsten Fasern im Petromyzon-Rückenmark mit Sicherheit zu sehen. Was man daher, seit Stannius' Mittheilung, als „hüllenlose Axencylinder" innerhalb oder ausserhalb der Centralorgane des Nervensystems betrachtet (Stannius, l. c., p. 88), muss ich für nicht gerechtfertigt halten.

Die Existenz der Hülle ist bei centralen Nervenprimitivfasern, nach Stannius' Vorgang, auch von manchen anderen neueren Forschern geläugnet worden, insbesondere von Bidder und einigen seiner Schüler, Owsjannikow, Kupffer u. A. Diese Forscher haben angenommen, dass z. B. im Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis die Primitivfasern nichts anderes seien, als nackte Axencylinder. So fand z. B. Owsjannikow [16]) die Scheide der Axencylinder zwar in der grauen (und weissen) Substanz der von ihm untersuchten Fische, nicht aber bei Petromyzon und Ammocoeta. Er sagt (l. c. p. 44): „Axes cylindratos in substantia cinerea peculiari ipsis membrana instructos esse, quae, etiam cellulas nerveas cingens, a massa fundamentali e tela conjunctiva composita sit separata...... In petromyzontos et ammocoetae medulla spinali non esse axes cylindratos nisi nudos, tela cellulosa, in qua positi sunt, nullum proprium involucrum efformante (l. c. p. 45)." — Diese Angabe kann ich aber, wie oben kurz erwähnt, nicht bestätigen. Ich finde auch hier bei Petromyzon die Scheiden wieder — selbst so weit es die feinsten Längsfasern betrifft; diese liegen hier, $^1/_{1500}$‴—$^2/_{1500}$‴ breit, anscheinend als ganz nackte Cylinder neben einander (jedoch nicht absolut parallel) auf Längsabschnitten, indessen sieht man viele Knötchen, wie abgerissene Fetzen, an denselben. Es fragt sich, ob hier nicht durch den Schnitt das Involucrum zerrissen, ob nicht unsere Instrumente zu grob sind, um die feineren Scheiden zu erkennen. Diese Frage wird bestimmt entschieden, sobald man feine Querabschnitte bei 700—900-facher Vergrösserung untersucht. Hier sieht man eine jede der feinsten Primitivfasern der weissen Substanz zusammengesetzt aus dem Axencylinder und der Scheide, sammt den sie verbindenden Fortsätzen, Fasern oder Röhrchen. Der Axencylinder ist aber nicht in dem Centrum der Hülle, son-

[14]) Valentin (Nov. Acta Acad. Caes. Leop. Carol. 1836. l. c. Tab. IV. Fig. 17) bildet die Hülle der Primitivfasern aus dem 1. Ast des 5. Paars des Menschen ab, als „in den Scheiden sichtbare Zellgewebsfäden" p. 226. Bei der hier gebrauchten Vergrösserung von 5—600 linear sind die Fäden von einer unmessbaren Feinheit, anscheinend. — Es ist mir unzweifelhaft, dass hier Valentin diejenigen Gebilde vor Augen hatte, welche ich als Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaserhülle bezeichne. Was aber Valentin in Fig. 9. der Tab. III. seines Aufsatzes (in: Nova Acta A. N. C. 1836. Erklärung, p. 225) als „einzelne Zellgewebsfäden aus der allgemeinen Nervenscheide des Ramus secundus N. Trigemini der Gans" abbildet, so kann ich diese Fasern, welche in ihrem äussern Ansehen nicht von den, in Valentin's Arbeit abgebildeten, Nervenfasern feinster Gattung unterschieden werden können, und die z. B. mit der von Valentin auf Tab. VI. Fig. 35 gegebenen Abbildung „einer Lamelle aus dem Ganglion Gasseri des Meerschweinchens" so vollkommen übereinstimmen, dass irgend ein unterscheidendes Merkmal beider nicht aufzufinden ist, nur für gewöhnliche Bindegewebsfasern erklären.

[15]) Rud. Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 87. 88.

[16]) Owsjannikow, disquis. de medullae spinal. textur. imprimis in piscibus etc. Dorpat 1854.

dern dicht an einer Wandstelle, oder in dem Winkel einer durch die Wand der Scheide gebildeten Falte enthalten. Dies mag der Grund sein, dass man — auf Längsabschnitten — wenn man den Axencylinder im Focus hat, nichts von dessen Scheide gewahrt, am wenigsten bei schwachen Vergrösserungen. Bei 700—900-facher Vergrösserung sieht man an jedem einzelnen Axencylinder zu beiden Seiten eine Menge von kurzen abgerissenen Fortsätzen (insbesondere nahe am Rande eines feinen Präparats), evident solche Theile, die vom Axencylinder zur Hülle gehen. Wo die Fasern in Masse beisammen und unter einander liegen, kann man aber nichts Entscheidendes sehen. Das Bild ist zu verworren, zu überladen mit Längsfasern.

Am entschiedensten fand aber die Negation der Existenz einer Hülle der Nervenprimitivfaser des Rückenmarks in der Dissertation Kupffer's (l. c. 1854) und in der neuesten von Bidder und Kupffer gemeinschaftlich herausgegebenen Schrift [17]) ihren Ausdruck.

Zuerst behauptete Kupffer 1854, dass die Nervenröhren der weissen Substanz des Rückenmarks durch ein laxes Bindegewebe mit einander zusammenhängen, dass also Bindegewebe die Stelle der Scheiden vertrete (l. c. pag. 30). Beim Auseinanderziehen der Fasern der weissen Rückenmarks-Substanz auf Längsabschnitten solle man das sehen können. Prüft man diese Angaben Kupffer's, so ist zuzugeben, dass allerdings in gewissen Fällen das Bild den von Kupffer bezeichneten Anschein gewinnt; in der That aber ist es anders. Wenn man nämlich an einem feinen Längsabschnitt aus dem Rückenmark die Fasern auseinanderzerrt, um ihr Verbindungs-Medium zu erkennen, so kann das unter dem Mikroskop nur bei ganz schwacher Vergrösserung geschehen, höchstens unter 50-facher. Denn nimmt man stärkere Vergrösserungen, so wird jede Berührung des Präparats mit der Nadel das Object aus dem Focus bringen, und man wird gar nichts sehen. Hat man also eine 20—50-fache Vergrösserung angewandt, und man zerrt die Längsfasern auseinander, so erscheinen sie wie in einer gallertartigen Masse, oder wie in einem aus den feinsten Fasern zusammengesetzten, unentwirrbaren, auf das Dichteste verfilzten Gewebe eingelagert. Dies ist das Bild, welches Kupffer beschreibt, und dasselbe erscheint in weisser wie in grauer Substanz, auf Längs- wie auf Querabschnitten. Dass aber ein solches Bild, bei solcher Vergrösserung, zur genaueren Erkenntniss ungenügend sei, wird Jeder zugeben.

Untersucht man nämlich die feinsten Abschnitte aus gehärtetem Rückenmarke bei 400-, hauptsächlich aber bei 700- oder 900-facher Vergrösserung, so findet man, dass eine Nervenprimitivfaser dicht an der anderen liegt, dass die feinsten Fasern der Hülle (wie des Innern) der einen Nervenprimitivfaser mit denen der benachbarten in unmittelbarem, vielfachem Zusammenhange stehen. Die Annahme eines besonderen Bindegewebes, als einer Lagerstätte für jede einzelne Faser, findet bei solchen Vergrösserungen ihre Widerlegung.

Bidder und Kupffer läugnen aber auch in ihrer neuesten Arbeit, die sich auf ausgedehnte mikroskopische Beobachtungen bei den stärkeren Vergrösserungen stützt, die Hülle der Primitivnervenfaser in dem Rückenmarke (1857, l. c. p. 25). „Die Untersuchung des Rückenmarks der Fische, und namentlich des Petromyzon, hat mich zu der Ueberzeugung gebracht, dass selbst die breitesten Rückenmarksfasern eine besondere, jeder Faser eigene, Hülle nicht besitzen, dass vielmehr eine dem ganzen Rückenmarke zukommende bindegewebige Grundlage, gleich einem Schwamme, zahlreiche, in verschiedenen Richtungen hinziehende, Hohlräume darbietet, in welche die Nervenfasern, d. h. entweder die nackten Axencylinder, oder diese zugleich mit der Markscheide, eingebettet sind. Eine selbstständige Primitivscheide, durch welche die, die Nervenfaser constituirenden, Theile zusammengehalten werden, fehlt also hier ganz. Werden bei der Ausbreitung eines Präparats aus frischem Rückenmarke isolirte Fasern sichtbar, so ist dies nicht anders möglich, als nach Zerreissung

[17]) F. Bidder und C. Kupffer, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und die Entwicklung seiner Form-Elemente. Mit fünf Tafeln Abbildungen. Leipzig 1857. 4. 118 S.

jener gemeinsamen Grundlage, die namentlich in der weissen Rückenmarks-Substanz im frischen Zustande zu den zartesten, halbflüssigen und hyalinen Formen des Bindegewebes gehört. Dies Verhältniss lässt sich direct beobachten an frischem sowohl, als an durch Chromsäure erhärtetem Rückenmark, indem bei jenem mitunter streifenartige Fetzen dieser Grundmasse die Nervenfaser begleiten, welche letztere, soweit dies geschieht, auch gleichmässig contourirt erscheint, im Uebrigen dagegen gewulstete, gezackte, unregelmässige, gleichsam ausgeflossene, Gränzlinien darbietet; während bei diesem die durch Chromsäure verschrumpfte Bindemasse sich in grösseren oder kleineren Strecken von den Nervenfasern zurückgezogen hat, so dass, in Folge der nackt daliegenden, geronnenen und vielfach zerklüfteten Markscheide, die seitlichen Contouren der Fasern als unregelmässig gebogene und unterbrochene Linien erscheinen, oder auch nach vollständigem Abbröckeln dieser Markscheide der Axencylinder ganz rein und unbedeckt hervortritt" (pag. 26).

Diese Angaben Bidder's und Kupffer's sind auf den Grundsatz basirt, dass in den peripherischen Nervenstämmen jede einzelne Primitivfaser ihre eigene Scheide habe, welche mit den Scheiden der benachbarten Primitivfasern in keinem Zusammenhange stehe, und dass man also die einzelnen Primitivnervenfasern peripherischer Nervenstämme von ihren Nachbarn isoliren könne, ohne irgend eine Verbindung derselben zu zerstören oder zu zerreissen, oder, um mit den eigenen Worten der Verfasser zu reden: „dass in den peripherischen Nerven die Scheiden der einzelnen Primitivfasern völlig selbstständig und von dem Bindegewebe, das den ganzen Nerven umhüllt und mehr oder weniger reichlich durchsetzt, durchaus gesonderte Theile sind, die eben daher die Ausbreitung des Nerven in seine einzelnen Elemente gestatten und wesentlich erleichtern" (p. 25). Diesem Grundsatze kann ich aber nicht beistimmen; es existiren auch zwischen den Scheiden der peripherischen Primitiv-Nervenfasern vielfache Verbindungen ihrer feinsten Elemente, und die einzelnen Scheiden sind nicht durchaus gesonderte Theile. Wenn man mit 700—900-facher Vergrösserung isolirte peripherische Primitivfasern untersucht, so findet man an zahlreichen Stellen die abgerissenen Verbindungstheile, resp. kürzere oder längere Fetzen davon, d. h. der Elementarröhrchen; ebenso, nur zahlreicher, bei den centralen Nervenprimitivfasern; und was Bidder und Kupffer als das, einem Schwamme ähnliche, mit Hohlräumen durchzogene, allgemeine Bindegewebelager bezeichnen, muss ich, nach meinen Untersuchungen, für die untereinander vielfach verbundene Masse der sogenannten Primitiv-Nervenfaserhüllen, resp. der die äusseren Theile der Nervenprimitivcylinder constituirenden nervösen Elemementarröhrchen halten. Bidder und Kupfer (1857, l. c.), haben bei ihren Untersuchungen eine 3—400-fache Vergrösserung angewandt, welche zur Erkenntniss dieser Verhältnisse nicht genügt. Gerade im Rückenmarke von Petromyzon sieht man, dass eine jede der breiten Fasern ihre eigne Hülle hat[18]), die allerdings mit derjenigen der nächstbenachbarten Faser so mannichfache Verbindungen eingeht, dass beide Hüllen wie ein Filzwerk aussehen, und dass sich der Axencylinder zwar leicht isoliren lässt, nicht aber die (Faser mit der) Hülle allein. Dieser Umstand berechtigt aber nicht, eine eigene Hülle zu läugnen. Was Bidder und Kupffer von den abgerissenen Fetzen der Hülle sagen, oder als durch Chromsäure verschrumpfte Bindemasse bezeichnen, die sich von den Nervenfasern zurückgezogen hat, und die zerklüftete, nackte Markscheide, die unregelmässigen Contouren derselben, oder den nackten Axencylinder sehen lasse, beweist Alles nichts für ihre Behauptung, dass jene Theile (Hülle und Markscheide) nicht einer jeden betreffenden Primitivfaser eigenthümliche Gewebe seien; es zeigt nur, dass diese Theile in dem Rückenmarke nicht so wie an peripherischen Nerven durch unsre jetzigen Hülfsmittel sich isoliren lassen. Die unregelmässigen Contouren der Markscheide an frischen und

[18]) S. auch meine Schrift: Nervenfaser etc. 1856. Taf. I. Fig. 6—8.

gehärteten Nervenfasern des Rückenmarks erklären sich leicht aus dem Umstande, dass eben durch die Isolirung alle, oder die meisten Verbindungen dieser Theile zertrennt, zerrissen werden, also eine einigermaassen geradlinige Begränzung, wie die Fasern in peripherischen Nerven, nicht mehr zeigen können, hauptsächlich aber, weil eine geradlinige Begränzung keines Bestandtheils einer Nervenprimitivfaser in der Natur existirt.

Mit Bidder und Kupffer (1857, l. c.) müsste die Hülle und das Nervenmark einer jeden centralen Nervenprimitivfaser zum Bindegewebe gezählt werden. Es wären also mindestens $^4/_5$ derjenigen Theile, die bis jetzt als genuine, nervöse Elemente des Rückenmarks, resp. aller Nervenprimitivfasern betrachtet wurden, nur Bindegewebe. Die peripherischen Nerven würden dagegen nicht so zu betrachten sein, denn ihre Bindegewebe-Scheide sei durchaus gesondert von dem sie umhüllenden anderen Bindegewebe; also auch deren Markscheide. Wir hätten also hier Bindegewebe, durchaus gesondert von dem einhüllenden, umgebenden, durchsetzenden Bindegewebe. Dieser Satz Bidder's und Kupffer's ist indessen ohne alle Beweise hingestellt; und die histologische Unterscheidung der peripherischen Nervenprimitivfaser-Hülle von der centralen ist von Bidder und Kupffer auf die leichtere Isolirbarkeit der ersteren basirt. Weil diese möglich ist, soll sie nicht als Bindegewebe angesehen werden, obwohl sie nach Bidder und Kupffer Bindegewebe ist; vielmehr soll sie als ein durchaus gesonderter Theil des Bindegewebes bezeichnet werden. Die centrale Hülle aber soll nicht als ein „durchaus gesonderter" Theil des Bindegewebes betrachtet werden. Ich glaube, dass Niemand hier einen triftigen Grund für Bidder's und Kupffer's genannte Ansicht finden wird. Leichte oder weniger leichte Isolirbarkeit eines Theils dürfen unmöglich als Bedingungen für histologische Charakteristik zugelassen werden. Gesetzt aber auch, Bidder und Kupffer wären consequenter, und hielten auch in den peripherischen Nervenprimitivfasern Markscheide und Hülle für Bindegewebe, wie in den centralen, so kann man dennoch ihre Ansicht nicht rechtfertigen; denn selbst wenn man die Elemente der Nervenprimitivfaser-Hülle und der Markscheide (was sie, im Allgemeinen genommen, aber nicht sind) als identisch mit den Elementen des Bindegewebes annehmen wollte, so hängen jene (Hülle und Mark) durch so vielfache Verbindungen mit dem von Bidder und Kupffer (1857, l. c.) als charakteristisch bezeichneten Axencylinder zusammen, dass sie nicht davon ohne Zerreissung isolirt werden können. Da nun auch die Elemente des Axencylinders, wie die Ausläufer desselben, denen des Nervenmarks und der Hülle der Nervenprimitivfasern gleich sind (s. oben), so müsste, in Bidder's und Kupffer's Sinne, auch der Axencylinder als aus Bindegewebe bestehend angesehen, d. h. die ganze Nervenprimitivfaser im Rückenmarke (wie in peripherischen Nerven) als zum Bindegewebesystem gehörig betrachtet werden. Eine solche Annahme aber würde doch ganz unzulässig erscheinen.

Hiernach, und nach meinen übrigen Untersuchungen, muss ich die Existenz der sogenannten Scheide oder Hülle selbst bei den allerfeinsten Primitiv-Nervenfasern annehmen.

B. Das Nervenmark betreffend.

Ich werde diesen Theil der Nervenprimitivfaser unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachten, und zwar zuerst in Betreff der Doppelcontour, — dann in Bezug auf seine Elemente, und endlich in Hinsicht auf dessen allgemeines Vorkommen.

1. Die Doppel-Contour der Nervenprimitivfaser betreffend.

Die doppelte Contour der sogenannten animalen, breiten, cerebrospinalen oder dunkelrandigen Nervenprimitivfasern, welche man sowohl an frischen Nerven, nach dem sogenannten Gerinnen ihres Inhalts, wie nach der Behandlung der Nerven mit verschiedenen Reagentien beobachtet, ist bei Unter-

suchung mit den schwächeren Vergrösserungen allerdings anscheinend ununterbrochen in der ganzen Länge der Primitivfaser vorhanden. Man hat hierin den Beweis zu finden geglaubt, dass die Innenfläche der Nervenfaser-Scheide von einer ölartigen Flüssigkeit bespült wird[19]). Wenn man aber bei stärkeren Vergrösserungen sorgfältig untersucht, so wird man finden, dass die innere Contour, eben so wie die äussere, nicht stets eine linienförmige Begränzung bildet, sondern vielfach unterbrochen ist, sich theilt, Fortsätze gegen den Axencylinder hin aussendet, und nach kürzerem Verlaufe in Continuität abgebrochen anscheinend aufhört, und dass sie nur deshalb den Anschein einer Begränzungslinie giebt, weil die nach innen wie nach aussen auslaufenden Fasern oder Röhrchen, wegen ihrer Durchsichtigkeit im frischen Zustande, nicht erkannt werden können. Hat man nämlich ein kleines Stückchen einer dünnen Nervenwurzel, oder eines dünnen Nervenstamms, oder eines Nervenfaserbündels aus dem Rückenmark, auf bekannte Weise mit Nadeln auseinander gezogen, so dass die einzelnen Fasern desselben mehr oder weniger isolirt auf dem Objectgläschen enthalten sind, und untersucht man dieselben mit Zusatz von Wasser unter dem Mikroskope, so sieht man bei 700—900-facher Vergrösserung in den meisten Fällen Folgendes:

Die doppelte Contour zeigt zwei verschieden gefärbte oder das Licht verschieden brechende Schichten, eine äussere rothe, und eine innere blaue. Die Ränder beider Schichten zeigen eine scharfe schwarze Gränzlinie zu beiden Seiten in jeder Schicht. Diese beiden farbigen Schichten sind meist von gleicher Breite (etwa $^1/_{1500}$'''), die schwarzen Gränzlinien sind etwas schmäler. Die beiden farbigen Schichten (welche ich jetzt einfach als Doppelcontour bezeichnen will) des rechten Seitenrandes der Primitivfaser laufen denen des linken Seitenrandes nicht an allen Stellen parallel, und verlaufen auch nicht in einer geraden Linie. Vielmehr verhalten sich dieselben sehr verschieden, im Allgemeinen aber in einer der folgenden Weisen:

1) Nachdem die Doppelcontour beiderseits eine kürzere oder längere Strecke einander parallel verlief, wendet sie sich nach innen gegen die Mitte oder Axe der Nervenprimitivfaser oder gegen den Axencylinder hin, und hört hier abgebrochen zugespitzt auf. Dicht oberhalb der Stelle aber, wo die Doppelcontour sich nach innen wandte, fängt ein neues Stück Doppelcontour beiderseits mit feinster Spitze an, läuft, rasch sich verbreiternd, eine kürzere oder längere Strecke parallel, etwas über die Stelle hinaus, wo die erstbeschriebenen Stücke in der Region des Axencylinders endigten, und hier wiederholen diese beiden neuen Abschnitte der Doppelcontour denselben Verlauf, wie von den ersten Abschnitten beschrieben wurde. Ein solches Verhalten sieht man an einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Fragmenten der Doppelcontour, und letztere (resp. die Nervenfaser) erscheint unter solchen Umständen wie eine Längs-Durchschnittsfläche durch eine grössere oder kleinere Anzahl in einander eingeschobener Trichter. Oft sieht man an Primitivfasern, die Varicositäten zeigen, die Doppelcontour der verschmälerten Strecken zwischen je zwei varicösen Anschwellungen sich, dem schmalen Ende eines Trichters gleich, bis in die breite Stelle der nächstfolgenden Varicosität hinein erstrecken und hier anscheinend abgebrochen aufhören, während die Doppelcontour der folgenden Varicosität selbst, dem weiteren Theile eines Trichters gleich, um die verschmälerte Stelle der vorhergegangenen mit anscheinend abgebrochenen Enden herumgelagert ist, resp. solche einschliesst.

2) An den Stellen, wo die Doppelcontour in langen Strecken ununterbrochen zu sein scheint, findet man bei genauer Untersuchung dennoch Unterbrechungen derselben in näheren oder entfernteren Zwischenräumen.

3) An vielen Stellen theilt sich die Doppelcontour bifurcatorisch, und jede Abtheilung dieser Bifurcation zeigt gleichfalls die äussere rothe und die innere blaue Schicht. Die auf solche Weise ent-

[19]) Dass das Nervenmark „eine zähflüssige, dehnbare, klebrige, etwa mit dichterem Terpenthinöl in Bezug auf Consistenz zu vergleichende Substanz" sei, und vorzüglich aus Fett bestehe, sagt Kölliker (Gewebelehre 1855, p. 284).

stehenden Ausläufer der Doppelcontour gehen sowohl nach innen gegen den Axencylinder hin, wie nach aussen gegen die Scheide hin (resp. gegen benachbarte Primitivfasern hin). Sie verlaufen sowohl der Länge wie der Quere nach, geradlinig oder gewunden, über oder unter dem Axencylinder her, und nicht selten erscheint die Doppelcontour der rechten mit derjenigen der linken Seite durch einen, einer Leitersprosse ähnlichen, Querfortsatz in unmittelbare Verbindung gesetzt.

4) Nicht selten sieht man die Doppelcontour spiralig um einander gewunden, an den Stellen, wo sie unterbrochen erscheint, gleich den Enden zweier Fäden, die zur ersten Tour eines Knotens zusammengeschlungen worden sind.

5) Sehr häufig sieht man die Doppelcontour beiderseits aus blattartig oder schuppenartig oder dachziegelförmig sich deckenden Theilen oder Faserfragmenten bestehend, die in schräger Längsrichtung mit dem einen zugespitzten Ende den Axencylinder berühren, mit dem andern die Hülle.

6) Häufig sieht man mehr als eine Doppelcontour beiderseits mehr oder weniger parallel neben einander laufend, und durchkreuzt in verschiedenen Richtungen von anderen Elementarröhrchen.

Diese mehrfachen Doppelcontouren erscheinen dann nicht selten als die Folgen mehrfacher bifurcatorischer Theilungen der äussersten Doppelcontour.

7) Zuweilen sieht man von dem Axencylinder, unter spitzen Winkeln ausgehend, Fortsätze, resp. Elementarröhrchen zum Marke rechts und links sich erstrecken; diese Fortsätze zeigen gleichfalls die rothe und blaue Schicht wie die Doppelcontour.

8) Die Doppelcontour erscheint eben so, wie im Vorhergehenden beschrieben worden — vielfach unterbrochen und verschieden gefärbt — am ausgepressten Inhalt der Faser (Mark und Axencylinder), wie in der sogenannten unversehrten Faser selbst.

Hieraus scheint bereits genügend hervorzugehen, dass die Doppelcontour nicht bedingt sein könne durch eine flüssige Schicht, welche frei zwischen Hülle und Axencylinder befindlich ist. Die äussere Form ihres Auftretens, die fast überall gleiche bestimmte Breite, bei einer beiderseitigen scharfen linienförmigen Begränzung, die bifurcatorische Theilung, die anscheinende Endigung an vielen Stellen in dem kleinsten Winkel oder in den feinsten Spitzen — alles dieses dürfte mehr für die Annahme sprechen, dass wir es hier mehr mit einer festeren, als mit einer rein flüssigen Substanz ohne festere Umgebung zu thun haben.

Ich füge hier noch an, dass die farbigen Schichten (roth aussen, blau innen) der Doppelcontour ohne allen Zusatz von Wasser oder färbender Substanz an ganz frischen Nerven erscheinen. — Zuweilen findet man nur die blaue Schicht und die schwarzen äusseren Begränzungslinien, die innere rothe Schicht fehlt. Ich habe solches zuweilen bei der Untersuchung ganz frischer Nerven, besonders an den feineren Primitivfasern des Rückenmarks, gefunden. Zuweilen sah ich auch die rothe Schicht innen und die blaue aussen, ein Umstand, welcher durch die physikalische Analyse leicht erklärlich ist. Die Doppelcontour sieht man am schönsten an den peripherischen Nerven des Frosches, die frisch, ohne allen Zusatz, mit feinen Nadeln zerzupft, mit einem Deckgläschen bedeckt, bei 360-facher Vergrösserung unter dem Mikroskop untersucht werden.

Ich muss mich ausdrücklich gegen die Unterstellung verwahren, als betrachte ich die ganze Strecke einer in Continuität erscheinenden Doppelcontour auch stets als die Continuität eines und desselben Elementarröhrchens. Im Gegentheil nehme ich vielmehr an, dass wenn die äusserste Schicht des sogenannten Nervenmarks, bei der ersten Veränderung durch die äusseren einwirkenden Agentien nach der Entfernung aus dem lebenden Körper, in einer gewissen Dicke von aussen nach innen längs der ganzen Nervenprimitivfaser chemische und physikalische Veränderungen erleidet, die wir, jedoch ohne genügende Gründe, als „Gerinnung" bezeichnen, unter der grossen Menge der in dem betreffenden alterirten Raume liegenden Elementarröhrchen, bei der überaus grossen Zartheit und Durchsichtigckit der betreffenden Theile, noch nicht die einzelnen zu unterscheiden sind, sondern anfangs nur das

täuschende Bild einer continuirlichen Doppelcontour längs der ganzen Ausdehnung der Seitenränder der Primitivfasern erzeugt wird, weil man die noch durchsichtigen, seitwärts abbeugenden Elementarröhrchen noch nicht gewahrt. Dies letztere ist erst bei stärkerer Veränderung des Nervenmarks etc. der Fall; bei Anwendung der 360—400-fachen Vergrösserung ist die scheinbare Continuität der Doppelcontour häufig auffallend, und so erklärt es sich, wie schon Ehrenberg[20]) l. c. p. 684, die innere der beiden Gränzlinien als „ganz deutlich die Weite des Lumens der inneren Höhlung der Röhre" bezeichnend betrachten konnte.

An Nerven, welche längere Zeit, etwa 24 Stunden, nach dem Tode des Thiers untersucht wurden, fand ich häufig, ausser den gefärbten, vielfach unterbrochenen, getheilten etc. Contouren, die ganze Masse des Marks deutlicher aus Elementarröhrchen zusammengesetzt, als an frischen Nerven; diese Röhrchen zeigten, je nach der Einstellung des Focus, die verschiedenen Farben der Doppelcontour; der Axencylinder erschien aber dabei noch so durchsichtig, dass sich an ihm keinerlei Structur erkennen liess.

Die hier angedeuteten verschiedenen Arten des Verhaltens der frischen Nervenfasern unter dem Mikroskope möchten als ein Fingerzeig gelten, dass auch zum genaueren Studium des Nervenmarks die Untersuchung frischer Nervenfasern nicht geeignet sei. Erwägt man, dass die Präparation eines frischen Nervenbündels, dessen einzelne Primitivfasern man mikroskopisch untersuchen will, mit Nadeln auseinander gezerrt werden müssen, dass diese Zerrung eine ganz bedeutende Störung des feineren Baues eines so zarten Gebildes, wie die Nervenprimitivfaser ist, nothwendig im Gefolge haben muss, und dass diese Zerstörung des ursprünglichen feinen Gewebes, je nach der Wirkung der angewendeten Mechanismen zur Isolirung der einzelnen Fasern, in verschiedener Form auftreten muss, so wird man leicht ermessen, dass alle jene oben von mir beschriebenen Formen, unter denen sich die Doppelcontour zeigt, nichts anderes sind, als Varietäten eines und desselben Verhältnisses des sogenannten Nervenmarks zum Axencylinder und zur Hülle, d. h. des verschiedenen Aggregatzustandes der Elementarröhrchen, welche das Nervenmark (resp. die Faser) zusammensetzen. Je weniger die betreffende Primitivfaser gedehnt, gezerrt, auseinander gezogen worden ist, desto weniger werden die einzelnen Röhrchen oder Stellen, von welchen die Verbindungen zwischen Hülle und Axencylinder ausgehen, von einander entfernt sein, d. h. desto seltener wird die Doppelcontour unterbrochene Begränzungslinien zeigen; umgekehrt: je stärker die Dehnung war, desto auffallender werden die Unterbrechungen der Begränzungslinien der Doppelcontour auftreten. — Während man in ersterem Falle nur in entfernteren Strecken hie und da eine Verästelung von der Doppelcontour zum Axencylinder hinlaufen sieht, wird man in letzterem Falle die Doppelcontour beiderseits als in Schuppen-, Blatt- oder Dachziegelform sich deckende Theile auseinandergezerrt, oder als trichterartig in einander steckende Fragmente der Faser u. s. w. erblicken. Es ist aber hierbei wohl zu merken, dass — selbst wenn man alle jene Formen der Doppelcontour mehr oder weniger als Artefacte bezeichnen wollte — sie dennoch den Beweis liefern, dass dieselbe nicht die Folge einer Schicht von öliger Flüssigkeit, sondern der optische Ausdruck einer Anzahl feinster Elementarröhrchen ist, welche — sobald sie nur in Folge chemischer u. a. Veränderung ihres Inhalts oder ihrer ganzen Masse sichtbar werden — den ganzen Raum des sogenannten Nervenmarks erfüllend und die Hülle der Nervenfaser mit deren Axencylinder verbindend erscheinen, obwohl in den relativ normalen oder ungezerrten Nerven in anderer, complicirterer Form als den oben beschriebenen.

Man wird zugeben, dass alle derartigen, durch die anatomische Untersuchung selbst herbeigeführten Störungen im feinsten Bau einer Primitivfaser nicht vorkommen können, wenn man feinste

[20]) Ehrenberg, in: Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin vom Jahre 1834. Berlin 1836. Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans etc.

Längsabschnitte aus in Chromsäure gehärteten Nervenstämmen mikroskopisch untersucht. Hierbei kann von Zerrung einzelner Fasern nicht die Rede sein, und somit erblickt man die einzelnen feinsten Theile derselben in ihrer ursprünglichen Lage und in ihrem natürlichen Zusammenhang mit den benachbarten Theilen unter dem Mikroskop.

Das Unterbrochensein der Doppelcontour beschreibt schon 1837 Remak [21]). Er sagt: „Jedem Beobachter wird es gewiss oft aufgefallen sein, dass die innere von den beiden an den Rändern befindlichen Doppellinien in den sogenannten Markfasern nicht selten ihren parallelen Lauf verlässt und in einen solchen scheinbaren Querstreifen übergeht, dass, namentlich bei älteren Nerven, die Fasern oft ganz wunderliche Formen, z. B. die Form ineinandergesteckter Trichter oder ineinandergesteckter Blumenkronen mit vielfach gezackten Rändern zeigen.

Auch zeigen die Abbildungen, welche unsere besten Beobachter von dem Nervenmarke gegeben haben, selbst von frischen Präparaten, in manchen Fällen ganz dasjenige, was ich im Vorhergehenden beschrieben habe. Betrachtet man z. B. die Abbildungen, welche Henle [22]) giebt, so findet man die Unterbrechung der Doppelcontour, die Ablenkung der einzelnen sie constituirenden Linien aus der parallelen Richtung, und Verzweigungen derselben, welche in querer Richtung (nach dem Axencylinder hin) verlaufen, an vielen Stellen deutlich genug. Und Henle sagt ausdrücklich [23]), „dass die beiden dunklen, jeden Rand begränzenden Linien nicht ganz continuirlich sind; dass sie vielmehr oft in eine einzige Spitze sich vereinigen, neben welcher, nach innen oder aussen, eine neue Spitze entsteht, die sich alsbald wieder in zwei Parallellinien spaltet.“ Ein Jeder sieht leicht ein, dass Henle hier dasselbe beobachtet hat, was ich über die blattartig aneinanderliegenden und theilweise sich deckenden Fragmente der Doppelcontour mitgetheilt habe, und was ich in den Skizzen meiner früheren Schrift (über Nervenfaser und Nervenzelle, 1856, Taf. 2, Fig. 16—23) darzustellen versuchte. Henle bemerkt ausserdem auch noch, dass die beiden Linien, welche die Doppelcontour bilden, an manchen Stellen „auseinander treten und runde oder ovale Figuren einschliessen.“ Henle beschreibt hier die bifurcatorischen Theilungen der Doppelcontour, welche bei der geringen Vergrösserung (220—410), die er in Anwendung zog, nicht deutlich genug erscheinen konnten, die aber bei einer 700—900-maligen Vergrösserung auf das Evidenteste hervortreten. Was daher Henle für einen von den auseinandertretenden Contouren eingeschlossenen Körper hält, ist nur der anscheinend leere Raum zwischen der Theilungsstelle der bifurcatorisch gespaltenen Doppelcontour; und die Treue seiner Abbildung (L, Fig. 5) wird einem Jeden auffallen, der nur ein Mal die erwähnte Bifurcation der Doppelcontour beobachtet hat. — Dass das Unterbrochensein der Doppelcontour sich aber bei allen Nervenfasern findet und nicht etwa nur hier und da als Ausnahme erscheine, giebt Henle indirect ebenfalls an, indem er, p. 618, sagt: „An isolirten Nervenfasern sind die dunklen Linien, auch bei der zartesten Behandlung, hier und da inmitten ihres Verlaufes unterbrochen, und zwar immer beide an beiden Rändern einander gegenüber.“ — Auch Valentin's Darstellungen und Abbildungen, welche derselbe in seinem Aufsatze: „Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers“ [24]) mittheilt, sprechen im Ganzen für das Gesagte. Das Unterbrochensein der Doppelcontour ist in Fig. 30, 31, 33, 34, 36, 37 deutlich an verschiedenen Stellen gezeichnet; eben so Fragmente von Elementarröhrchen des Marks in verschiedenster Richtung. — Auch in Hannover's ganz vorzüglichen Abbildungen in dessen verdienstlicher Schrift von 1844 [25]) findet man ganz treu dargestellt, was ich oben in Bezug auf

[21]) Remak, in: Froriep's Notizen, 1837, Bd. 3. p. 38.

[22]) Henle, Allgemeine Anatomie 1841, Tab. IV. Fig. 5. H, L, B, D, E, K. [23]) Henle, l. c. p. 618.

[24]) Valentin, in: Wagner's Handwörterbuch, I. p. 689 ff.

[25]) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1844. Taf. 1, Fig. 7. b. c. Fig. 25, a, b; u. A.

das Unterbrochensein der Doppelcontour, auf das Nichtparallele ihres Laufs, auf die von ihr in querer Richtung (gegen den Axencylinder hin, hinter und vor ihm her) auslaufenden feinen Fasern oder Elementarröhrchen gesagt habe. Das Unterbrochensein der Doppelcontour zeigen auch die Abbildungen, welche Bidder und Volkmann[26]) gegeben haben. Das Zackige, Unregelmässige der Doppelcontour einer Nervenfaser ist auch in Kölliker's Darstellungen bei einigen [27]) ersichtlich.

Die Doppelcontour einer jeden Nervenprimitivfaser, oder was man als solche bei den schwachen Vergrösserungen gewahrt, gehört übrigens, nach meinen Erörterungen, der Hülle wie dem sogenannten Nervenmarke d. h. der Gränze der Nervenprimitivfaser an; die äussere Linie kann nicht als der Scheide allein angehörig betrachtet werden, wie manche Forscher annehmen, z. B. Valentin, Kölliker, Hannover [28]). In seiner Abhandlung über den Verlauf und die letzten Enden der Nerven [29]) bildete Valentin die Nervenprimitivfaser in der Weise ab, dass der breitere und dunklere Rand der äusserste beiderseits ist, also durch die Hülle erzeugt wird, resp. durch deren äussere Gränze; während der feinere, schmälere, weniger dunkle, dem ersteren parallele Rand beiderseits als der innere dargestellt ist, demnach entweder die innere Begränzung der Hülle darstellt, oder die Gränze zwischen dem öligen Nerveninhalt und der Hülle; z. B. Tab. II., Tab. III. Fig. 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 15, 16; Tab. IV. Fig. 18, 18*; Tab. VI. Fig. 31, 43; Tab. VII. Fig. 44. Valentin sagt zur Erklärung der Fig. 16 Tab. III.: „Reiner und unveränderter Inhalt der Primitivfasern der Nerven. Die innere Doppellinie am Rande ist sehr schwach aber bestimmt angedeutet." l. c. p. 226.

Hiergegen bildete er die durch mechanische Verletzung, zu starke Compression, veränderten Primitivfasern, deren Inhalt in discrete Körperchen auseinandergetreten ist, so ab, dass die Umrisse der letzteren auffallend breit und dunkel, hingegen die der vermeintlichen Scheide sehr blass sind (Tab. III. Fig. 7 u. 8, s. p. 224), und „nur durch zarte Linien angedeutet."

Hier scheint ein Widerspruch zu liegen. Wie verliert die Scheide den breiten Rand durch Compression? Valentin geht nicht näher auf dies Phänomen ein. Valentin [30]) giebt indessen in Fig. 15 der dritten Tafel seiner Abbildungen eine Ansicht des geronnenen Nervenmarks, welche zeigt, dass er hier den Raum des Nervenmarks ganz richtig bestimmte, und in demselben einen Axencylinder sah, obwohl damals nicht erkannt hat. Valentin beschreibt diese Faser so: „Die breiteren dunkleren Ränder sind offenbar künstliche Produkte, und zwar die ersten Stadien beginnender Gerinnung des Contentums", p. 226. Was Valentin in den anderen Abbildungen als zur Hülle gehörig darstellte, ist hier unsichtbar, resp. gar nicht dargestellt.

In seinem Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl. 1847. Taf. I. Fig. 1, 2. giebt dagegen Valentin Abbildungen von Nervenprimitivfasern, deren Begränzung jederseits durch drei Parallellinien geschieht. Die mittlere ist die stärkste; die innere und äussere sind ganz fein. Letztere gehört, nach Valentin, der Hülle, die beiden anderen dem sogenannten Nervenmarke an (Doppelcontour).

Auch in Kölliker's Abbildungen der Nervenfasern findet sich kein bestimmtes Verhältniss der betreffenden Umrisse. In seiner Gewebelehre, 1. Aufl. p. 68, Fig. 37, 2. Aufl. p. 91. Fig. 41, p. 282, Fig. 140 (die nämliche Abbildung), giebt Kölliker die Abbildung der Nervenprimitivfasern dergestalt, dass die dunkelrandigen (doppeltcontourirten) die breitesten und stärksten Umrisse an der äusseren Hülle, ganz an der Peripherie, zeigen. Eben so p. 281, Fig. 139, 3, (2. Aufl.) (Fig. 137,

[26]) Bidder und Volkmann, die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. 1842. 4. Taf. I. Fig. 1, d, e. Fig. 3. Tab. II. Fig. 4. 5. Ferner: Bidder's Abbildungen, 1847 (Bidder, zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847. 4. Taf. 1. Fig. 1. Tab. 2. Fig. 6. 7. 8).

[27]) Kölliker, Gewebelehre. 2. Aufl. 1855. Fig. 139, p. 281, Fig. 140, p. 283.

[28]) Hannover, l. c. p. 74, bei der Erklärung der Fig. 7. c.

[29]) Valentin, in: Nova Acta A. Leop. Carol. N. C. 1836. XVIII. Tab. 2. 3. u. ff.

[30]) Valentin, in: Nov. Act. etc. XVIII. l. c.

1. Aufl.); bei 4 sind aber die beiden äusseren parallelen Contouren an jeder Seite von gleicher Dicke. Das Mark hat hier demnach die feinste Contour. Kölliker beschreibt [31]) die Gestalt der Hülle als: „zwei ganz blasse Streifen von 0,002''' zu beiden Seiten der Fasern". Das passt nicht zu den Abbildungen, wo die äusserste Contour die stärkste ist. Eben so bei Theilungen [32]); doch ist Kölliker hier nicht consequent. Auf p. 200 der 2. Aufl. Fig. 105 (1. Aufl. Fig. 103, p. 184), bei A, ist eine doppelte Theilung aus dem Omohyoideus des Menschen, wo die stärksten breitesten Umrisse zunächst dem Mark sind, die schmälsten an der Peripherie also die der Scheide repräsentiren. In Fig. 141 [33]) ist, bei 4, eine Nervenröhre nach Behandlung mit Natron angestellt; an dieser sind die Contouren der Zellhaut oder äusseren Hülle die feineren; die Contouren des Marks (Markscheide) die auffallend stärkeren; also umgekehrt wie in Fig. 37 (41) etc. s. o. Kölliker hat eben so wenig als seine Vorgänger genauer untersucht, von welchen Umständen es abhängig ist, dass die äussersten Contouren einer Nervenröhre, also die der angeblichen Nervenfaserhülle, bald schmal bald breit erscheinen. Ich halte es für überflüssig, eine ausführlichere Critik der von meinen Vorgängern gelieferten Abbildungen der Doppelcontour der Nervenprimitivfaser zu geben. Henle's Zeichnungen [34]) repräsentiren die Nervenscheide als feinere Linie, die Gränze des Marks als breitere Contour. Nach Bidder und Kupffer „gehören die doppelten Contouren der Nervenfasern beide der Markscheide an; auch bei den peripherischen Nerven ist die Bindegewebsscheide der Nervenprimitivfasern nur stellenweise beim Zurücktreten der Markscheide als ein blasser dritter Contour wahrnehmbar; bei den centralen Fasern findet er sich niemals" [35]). Ich kann nur wiederholen, dass die Doppelcontour der Gränze der Nervenprimitivfaser angehört (s. o. p. 711), bei den dicksten Fasern (unter mittelstarker Vergrösserung) dreifach, bei den feinsten einfach erscheint.

2. Die Elementarbestandtheile des Nervenmarks betreffend.

Die jetzt herrschende Ansicht über die Elemente des Nervenmarks ist am schärfsten von Kölliker ausgesprochen worden. Er sagt: „Innerhalb der structurlosen Scheide liegt das Nervenmark (Markscheide, Rosenthal und Purkinje; weisse Substanz, Schwann) in Gestalt eines cylindrischen, die centrale Faser [36]) eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig, wie ein dickeres Oel (dichteres Terpenthinöl) [37]), je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar, oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das Nervenmark schnell und ganz constant, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem Gerinnen desselben, welches successive von aussen nach innen fortschreitet, und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die Nervenröhren mit doppelten Contouren, oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide; im ersten (Falle) Fasern mit scheinbar ganz krümlichem, dunklem Inhalt; das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten homogen, sondern meist krümlich, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren, oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide

31) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. p. 395. 32) Kölliker, Gewebelehre, l. c. 2. Aufl. p. 203. 1. Aufl. p. 187.
33) Kölliker, Gewebelehre, p. 283, 2. Aufl.; Fig. 139. 1. Aufl.; Fig. 123 der Mikr. Anat. p. 394.
34) Henle, Allgem. Anat. l. c. 35) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 25, Note.
36) „ohne mit ihr eins zu sein", Kölliker, mikr. Anat. p. 403. Gewebel. 1. Aufl. l. c.
37) Vergl. auch Henle, in: Canstatt's Jahresber. 1844. p. 23.

heraus [38]) und bildet grössere und kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Cylindern, Fäden, bis zu den bizarresten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen, und daher wie die Nervenfasern doppelt contourirt, halb oder ganz krümlich erscheinen. Aber auch in den Röhren ändern sich seine Formverhältnisse, indem es, statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines Cylinders durch dieselben verbreitet zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die viel besprochenen varicösen Nervenröhren, in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzförmige Anschwellungen, bald verschieden grosse, ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht, und die centrale Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden, und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern und denen mit zarterer Scheide, wie sie in den Central-Organen sich finden“ [39]).

Zum Studium des Nervenmarks empfiehlt Kölliker, den Nerven eines frisch getödteten Thieres ohne Zusatz schell unter das Mikroskop zu bringen; einzelne Fasern sieht man dann unverändert, durch das Eintrocknen entsteht aber schnell Störung. Ausserdem: Beobachtung von Nerven in durchsichtigen Theilen lebender oder eben getödteter Thiere (Nickhaut, Schwimmhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten (Stark) und nach Behandlung mit Chromsäure [40]).

Diese Anschauung des Nervenmarkes erscheint vollkommen gerechtfertigt, sobald man mit schwachen Vergrösserungen untersucht, und namentlich nur frische Theile. Das Nervenmark ist dann durchsichtig und sieht aus wie eine ölige Flüssigkeit. Ueber die Veränderungen der Nervenfasern durch Reagentien und Kälte etc. werde ich weiter unten reden; was aber als krümelig, körnig, netzförmig etc. erscheint, das erblickt man bei 700-facher Vergrösserung als eine aus Elementarröhrchen zusammengesetzte Masse, sei es innerhalb oder ausserhalb der Primitivfasern; und was bei 300—400-facher Vergrösserung eine einfache ölige homogene Flüssigkeit zu sein scheint, das giebt sich bei den stärkeren Vergrösserungen (700—900) grösstentheils als aus Fragmenten von Elementarröhrchen und einer öligen Flüssigkeit bestehend zu erkennen. Die heutige Lehre über die Elemente des Nervenmarks ist daher hauptsächlich wegen der Anwendung zu schwacher Vergrösserungen ungenügend geblieben; und zwar einmal, weil man mittelst dieser Vergrösserungen die feinen Gewebstheile nicht genügend zu erkennen im Stande ist, das andere Mal aber und hauptsächlich, weil man die theilweise erkannten Gebilde ungenügend und in einer unrichtigen Weise gedeutet hat, wie ich bald zeigen werde.

Von diesen in der heutigen Wissenschaft gültigen Anschauungen weichen die Ergebnisse meiner Untersuchungen ab, wie oben angegeben worden ist. Aber auch frühere Forscher hatten bereits eine andere, mit der meinigen mehr übereinstimmende Anschauung.

Dass das Mark (sowie die Hülle) der Nervenprimitivfasern aus feinen röhrchenartigen Gebilden bestehe, hatte auch Fontana bereits gesehen. Er fand (l. c. p. 370) darin „geschlängelte Fäden, welche längs der Nerven hinunter liefen und eine Hülle um die inneren Cylinder bildeten, durch Hülfe einer Linse, die 800 Mal vergrösserte. Die Dicke dieser Fäden ist nicht grösser als $^1/_{13000}$ eines Zolls; sie bilden um den ursprünglichen Nervencylinder eine so dicke Hülle, dass sein Durchmesser fast drei Mal so gross wird, und dieses kommt daher, dass die geschlängelten Fäden sich auf's äusserste

[38]) Kölliker, mikr. Anat. p. 403, Gewebel. 1. Aufl. p. 270; 2. Aufl. p. 287, bemerkt, dass man „häufig das Mark für sich allein aus den Röhren heraustreiben kann,“ und findet hierin den Beweis der Präexistenz der Axenfasern, was als ein ganz wahrer Grund zu betrachten ist; siehe unten.

[39]) Kölliker, Gewebel. 1. Aufl. p. 254. 265; 2. Aufl. p. 281. 282. Mikroskop. Anat. 1850. p. 392. 393. 397. 398.

[40]) Kölliker, Mikroskop. Anat. p. 397. Gewebel. 1. Aufl. p. 267; 2. Aufl. p. 284.

häufen." — Hieraus geht hervor, dass Fontana dasjenige, was heutiges Tages als die blasse Nervenscheide betrachtet wird, wohl nie isolirt gesehen und nicht genau gekannt hat. Er nennt das Nervenmark sammt der Scheide „äussere Scheide" des „ursprünglichen Nervencylinders"; mit letzterem Namen bezeichnet Fontana unseren „Axencylinder". Die von Fontana gegebenen Abbildungen, obwohl roh, stellen ganz entschieden das charakteristische Verhalten der Elementarröhrchen des Nervenmarks, ihren gewundenen Verlauf, ihre vielfachen Communicationen dar.

Die Bestandtheile des Nervenmarks suchte auch Ehrenberg genauer kennen zu lernen, jedoch blieben seine desfallsigen Untersuchungen ohne positives Resultat. Dass Ehrenberg [41]) auch bei Anwendung einer 3000-fachen Vergrösserung in dem Nervenmarke der Primitivfasern im Hirne nichts „Körniges oder Besonderes an sich zu erkennen" im Stande war, erklärt sich wohl aus dem zu geringen Lichte, welches so hohe Vergrösserungen unserer heutigen Hülfsmittel so gut wie unbrauchbar macht. Ehrenberg fand sogar [42]) eine 800-fache Vergrösserung zu „lichtarm", und er erklärte aus diesem Grunde Fontana's Beobachtungen als Irrthümer. Indessen geben unsere guten Mikroskope selbst noch bei 900-facher Vergrösserung die schärfsten und brauchbarsten Bilder bei genügendemLichte. Jedoch fand Ehrenberg an peripherischen Nervenfasern [43]), dass das Mark eine „aus kleinen rundlichen, jedoch wenig regelmässigen Partikeln bestehende, zuweilen netzförmig oder streifig zertheilte Masse" sei. Dass Ehrenberg in dieser „netzförmigen" Masse die Elementarröhrchen vor Augen hatte, scheint mir kaum bezweifelt werden zu können.

Den Inhalt der Nervenprimitivfasern nennt Treviranus [44]) „eine schleimige Materie" oder „eine weiche Materie, die zuweilen aus ihren Enden hervordringt, und worin man oft Kügelchen sieht." Die Elemente des Nervenmarks in jeder breiteren Nervenprimitivfaser scheint aber Treviranus aus feineren „Elementarcylindern" zusammengesetzt zu betrachten. Er sagt pag. 39: „Ob der Inhalt der Nervencylinder nicht aus noch feineren Cylindern besteht? Mehrere Gründe sprechen allerdings für eine bejahende Beantwortung dieser Frage." Doch sind seine Angaben nicht ganz klar und zum Theil widersprechend, so dass ein bestimmter Schluss sich kaum daraus ziehen lässt, wie auch Remak [45]) schon angegeben hatte. Treviranus meinte, dass die Nervencylinder der Corticalsubstanz des Gehirns „einfache Elementarcylinder" seien. Aus Vereinigung derselben mit einander und Umgebung des Vereinigten mit einer gemeinschaftlichen Scheide entsprängen die Markcylinder (Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks und Gehirns) und weiterhin die Nervenröhren; diesem widerspricht es aber (p. 41), wenn Treviranus sagt, „dass die Markcylinder des Gehirns von den Rindencylindern nur den flüssigen Inhalt in sich aufnehmen, da man in ihnen keine noch feineren Cylinder bemerkt, und dass diese feineren sich erst wieder in den Nervenröhren bilden." Treviranus nennt die in der Corticalsubstanz des Gehirns der Wirbelthiere sich vorfindenden Cylinder ähnlich denen, die er im Zellgewebe sah und auf ähnliche Weise verschlungen sind. Diese Verschlingung soll beim Uebergang der Corticalcylinder in die Marksubstanz (weisse Substanz) aufhören, sie sollen hier eine parallele Lage annehmen und als Bündel von beinahe ganz parallelen Fasern in die Nerven übergehen. Bei Cyprinus Brama waren die parallelen Cylinder im Innern der Länge nach höchst fein punktirt, so dass man schliessen musste, „sie seien Bündel von höchst feinen, nicht deutlich zu unterscheidenden Corticalcylindern." Die Nerven bestehen (p. 34) aus häutigen, parallelen Cylindern, die eine schleimige Materie zu enthalten scheinen, breiter und fester als die Markcylinder des Gehirns sind.

41) Ehrenberg, l. c. p. 685. 42) Ehrenberg, l. c. p. 697. 43) Ehrenberg, l. c. p. 689.

44) G. R. Treviranus, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bremen, J. G. Heyse. 1835—1838. 2. Heft. Neue Untersuchungen über die organischen Elemente des thierischen Körpers und deren Zusammensetzung. 1835. p. 38. 40. 41.

45) Remak, in: Müller's Archiv, 1836. p. 158.

— Auch in den Cylindern der Nerven sehe man zuweilen Streifen der Länge nach herablaufen, wodurch es wahrscheinlich sei, dass sie mehrere, der Länge nach aneinanderliegende Primitivcylinder enthalten. Diese Elementarcylinder in den Spinalnerven einer Carausche massen 0,0013 Millim. in einer Nervenprimitivfaser von 0,0053 Millim. Breite, und waren „darmförmig gewunden und unter einander verschlungen.“ Beim Kaninchen massen die Elementarcylinder (p. 40) 0,0016 Millim., die Primitivfasern, von welchen sie umschlossen wurden, massen 0,0099 Millim. (ibid. p. 40). Treviranus beobachtete bei 500-facher Vergrösserung. Weiterhin fand Treviranus (pag. 66) im „Brusttheil des Ganglienstrangs der Hornisse, der von einer weiten und schlaffen Haut umgeben ist, die man ohne Verletzung des Inhalts öffnen kann . . . im letzteren, bei 3—500-maliger Vergrösserung, lange, schlaffe, der Länge nach neben einander liegende, 0,004 Millim. weite Röhren, die durch feine Fäden unter sich und mit ihrer gemeinschaftlichen Scheide verbunden sind, und in jeder derselben noch feinere ebenfalls der Länge nach fortgehende Cylinder, die einen Durchmesser von 0,001 Millim. haben.“ Die Umrisse dieser Cylinder treten noch schärfer hervor, sagt Treviranus, als im frischen Zustande, wenn man den Ganglienstrang 1—2 Tage in rectificirtem Weingeist liegen lässt. Sowohl die Röhren als die Cylinder bekommen dann eben solche Querrunzeln, wie die Muskelfasern haben, und einerlei Ansehen mit Bündeln der letzteren. „Bei keinem der höheren Thiere sah ich (bemerkt Treviranus weiter, p. 67) die innere Structur der Nervenröhren so deutlich, wie in diesem Theil der Hornisse.“ Man erkennt aus allen diesen Mittheilungen, trotz der erwähnten Widersprüche, dass Treviranus Vieles bei 500-facher Vergrösserung gesehen hat und beschreibt, was ich oben als die Elemente des Nervenmarks bezeichnet habe. Man ersieht hieraus ferner, dass Treviranus zwar erkannte, dass in dem Innern breiter Nervenfasern feinere röhren- oder cylinderartige, gewundene oder verschlungene Gebilde befindlich seien [46]); indess ist ihm deren Zusammenhang und Verlauf nicht klarer geworden, wie Fontana; und Treviranus blieb daher von der Erkenntniss, welche die heutige Anatomie des Nervenmarks bietet, noch eben so weit entfernt, als Fontana.

Auch die Abbildungen, welche Treviranus giebt [47]), sprechen wenig dafür, dass Treviranus eine genauere Kenntniss der Elementarröhrchen des Nervenmarks u. s. w. gehabt habe, als Fontana. In Fig. 51 stellt er „Nervenröhren aus dem Brusttheile des Ganglienstrangs einer Hornisse, die in Weingeist ähnliche Querfalten bekommen haben, wie die Muskelfasern besitzen“, 510-fach vergrössert dar. „Man sieht an einigen der Röhren Fäden, wodurch sie unter sich und mit der Scheide zusammenhängen, und in ihnen längslaufende Linien, welche die Seiten der in ihnen enthaltenen feineren Cylinder sind.“ Treviranus stellt hier 6 nebeneinanderliegende Nerven-Primitivfasern dar, deren Längs- und Querstreifung so regelmässig ist, überall in rechten Winkeln sich schneidende Linien zeigend, dass man höchstens hier eine schematische, und nur theilweise richtige Skizze annehmen kann, aber keineswegs eine treue Darstellung natürlicher Verhältnisse. Dagegen sind die Fasern, welche Treviranus als Verbindungsfasern zwischen Hülle und Nervenprimitivfasern zeichnet, in ihrem gewundenen Verlaufe übereinstimmender mit dem, was Fontana sah und was ich gefunden und bildlich dargestellt habe. Es muss, nach allem Vorausgegangenen, den

[46]) Ferner bemerkte Treviranus in dem Nervenmark in den Primitivfasern der Hornisse, Biene und allen wirbellosen Thieren bei 3—500-maliger Vergrösserung (p. 63) „zwischen den parallelen längslaufenden Linien, welche zuweilen gekräuselt sind, eine Materie, die meist durchsichtig, oft aber unregelmässige dunkle Querstriche hat und so aussieht, als ob Kügelchen in ihr enthalten wären, und (p. 64) bei Insecten hatte er Cylinder, bündelweise vereinigt zu weiteren Cylindern, mit grosser Deutlichkeit gesehen.

[47]) Treviranus, Tafeln zur Erläuterung der neuen Untersuchungen über die organischen Elemente der thierischen Körper und deren Zusammensetzungen. Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Ludw. Chr. Treviranus. Bremen 1838. 8.

Forschungen dieses Beobachters jedenfalls das Verdienst zugestanden werden, dass es durch dieselben immer wahrscheinlicher geworden ist, dass das Nervenmark ein complicirtes Gewebe sei, und nicht eine einfache Flüssigkeit. Mochte er auch das eigenthümliche complicirte Gewebe, welches die Elementarröhrchen im Raume des sogenannten Nervenmarks bilden, nur an den Nerven der Hornisse richtiger erkannt, an denen der Wirbelthiere nicht richtig aufgefasst haben; jedenfalls sah er schon (bei der Hornisse) die Verbindungsröhrchen zwischen Hülle und Mark, welche in dieser Weise bei den Wirbelthieren selbst Fontana nicht gesehen hatte.

Die genauere Beschaffenheit der Elementar-Bestandtheile, welche man in dem Raume oder an der Stelle des sogenannten Nervenmarks gewahrt, kannte auch Remak zum Theil im Jahre 1837, und er läugnete, dass es eine Flüssigkeit (ölige) sei. Das Nervenmark der Primitivfaser hält nämlich Remak [48]) für ein Artefact; er nimmt einen flüssigen, öligen Inhalt der Nervenröhre überhaupt nicht an. „Die kleinen Körperchen, welche beim beginnenden leisen Druck auf das Nervensträngchen hervorfliessen," hält Remak für „Theile der Elementarfasern der Primitivfaserhülle, welche theils in ihrem Verlaufe zu feinen Knötchen anschwellen, theils an ihrem Rande mit verschieden geformten, meist runden, gestielten Körperchen besetzt sind" (p. 38), und „die Erscheinung eines Fortrückens des Marks entseht dadurch (p. 40), dass man die mit einer rauhen Oberfläche versehenen (Elementar-) Röhren unter dem Neurilem fortschieben sieht. Die unregelmässigen kugeligen Massen, die bei stärkerem Druck hervortreten, kommen nicht aus dem Lumen der Röhren, sondern aus ihren Zwischenräumen, und sind die Reste der zerstörten, leicht zerdrückbaren Röhren (Elementarröhren, Fasern der Hülle), während die festen, jedem Drucke widerstehenden Fasern (Axencylinder) unversehrt zurückbleiben. Es geht auch aus der gegebenen Beschreibung deutlich hervor, dass das Coëxistiren irgend einer Markmasse neben jenem Bande (Axencylinder) in der Röhre nicht gut denkbar ist."

Diese Darstellung Remak's enthält viel Wahres, und stimmt in vieler Beziehung mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Remak erkannte — und das ist übereinstimmend mit meinen Untersuchungen — dass die durch Druck aus den Primitivfasern hervorquellende, anscheinend flüssige Masse keine reine Flüssigkeit, sondern eine Anhäufung von zerrissenen feinsten Röhrchen sei; letztere schreibt er der Hülle zu, die damals von Remak wohl noch nicht genügend gekannt war, während ich sie aus der Umgebung des Axencylinders herleite. Die Knötchen, welche er an diesen Elementarfasern bemerkte, stimmen mit den von mir gesehenen Erweiterungen und Verengerungen der einzelnen Elementarröhrchen (des Marks wie der Hülle) überein. Darin aber weicht Remak's Ansicht von der meinigen ganz ab, dass er der Primitivfaser jeden flüssigen Inhalt abspricht [49]), während ich glaube, dass die feinsten Elementarröhrchen die ölige Nervenflüssigkeit führen, und dass nicht blos der Axencylinder als Inhalt der Nervenröhre ausschliesslich anzusehen sei.

Remak hatte diese Ansicht auch noch später, 1841, wie aus seiner damaligen Darstellung der Histologie der dunkelrandigen Primitiv-Nervenröhren hervorgeht. Er sagt [50]): „Die dunkelrandigen Primitivröhren sind, übereinstimmend mit Rosenthal's und Hannover's Ansichten, in allen Theilen des Nervensystems im Wesentlichen gleich gebildet. Sie bestehen: „1) aus einer dünnen, durchsichtigen, blassen Scheide (dem Ueberrest der Zellen-Membran); 2) aus der mehr oder weniger dicken, ursprünglich gleichmässigen, das weisse Ansehen der Nerven bedingenden dunklen Medullarscheide, welche im Wasser leicht Rauhigkeiten und Kräuselungen zeigt und das dunkle Ansehen der Primitivröhren hervorbringt; endlich 3) aus der im Innern gelegenen blassen Centralfaser.

48) Remak, 1837, in: Froriep's Notizen, Bd. III. p. 36—39.

49) Auch in seinen Observ. anat. 1838. p. 1. §. 2, sagt Remak: „tubulorum primitivorum contentum minime esse massam oleosam, vel globulosam, vel amorpham, sed fibram solidam etc.; eben so p. 4.

50) Remak, in: Müller's Archiv 1841, p. 512.

Diese drei Theile liegen bei erwachsenen Thieren dicht an einander und sind nur künstlich isolirt darstellbar; bei jungen Säugethieren ist die blasse Scheide an unverletzten Nervenröhren als heller Raum zu beiden Seiten der dunklen Ränder der Medullarscheide wahrzunehmen. Das blasse Band nimmt keinen Theil an den Varicositäten, wie Hannover [51]) richtig bemerkt; aucht nicht die blasse Scheide, nur die dunkle Scheide wird varicös."

Was Remak hier „Medullarscheide" nennt, zählte er früher zur äusseren Hülle. Er sagt aber nicht, woraus diese „Medullarscheide" zusammengesetzt sei, ob er sie für ein Gebilde aus feinsten Fasern hält, oder nicht. Doch scheint die Benennung „Medullarscheide" wohl auf das letztere hinzudeuten. Die „Rauhigkeiten und Kräuselungen," welche Remak an diesem Theile im Wasser bemerkte, sind offenbar nichts Anderes als die Elementarröhrchen des Nervenmarks. Remak scheint übrigens in neuester Zeit eine ölige Flüssigkeit in den doppeltcontourirten Nervenprimitivfasern anzunehmen. Er sagt 1853: „Der Axencylinder liegt an der sogenannten Markscheide, Fettscheide, dicht an, und schrumpft, nach Einwirkung verschiedener Agentien, zu dem Axencylinder der Autoren zusammen [52])." Als Fettscheide des Nervenrohrs betrachtet Remak aber [53]) die aus feinsten faserigen Elementen zusammengesetzte Umgebung des Axencylinders, diese aber als „fetthaltig," indem er sie als „fetthaltige Markscheide" bezeichnet; letztere somit also theilweise durch eine Flüssigkeit constituirt annimmt.

Die feinen, filzartige Verflechtungen bildenden Elementarröhrchen des Nervenmarks (und der Hülle) der Nervenprimitivfaser findet man auch schon von Remak [54]), dessen bildliche Darstellungen mit grosser Treue ausgeführt sind, so weit solche bei den 2—400-fachen Vergrösserungen erkenntlich sind, dargestellt.

Auch eine Mittheilung Valentin's deutet schon darauf hin, dass er nahe daran war, die Elemente des Nervenmarks genauer kennen zu lernen. Valentin beschreibt „strahlige Büschel" am Ende von Nervenfasern, deren Axencylinder eine Strecke isolirt hervorgetreten war [55]), und bildet solche Fig. 37 ab. Diese Gebilde des Nervenmarks, welche Valentin [56]) „bisweilen neben dem fein longitudinal gestreiften Primitivfaserbande, also in dem Rindentheile des Nervenfaser-Inhalts, an dem freien Schnitt- oder Riss-Rande als feine nadelförmige Stäbchen oder Spitzchen" erkannte, hielt Valentin sogar „nicht unwahrscheinlich" für „Krystallnadeln der Fettsubstanz des Primitivfaser-Inhalts." Valentin sah hier evident die Elementarröhrchen des Marks; seine Darstellung kann zwar nur schematisch genannt werden, und da er bei 340-facher Vergrösserung untersuchte, so konnten die betreffenden Gebilde nicht klar genug von ihm erkannt werden. Auch Gerber [57]) erkannte bei starker Vergrösserung bei Lampenlicht innerhalb der scharfen Contouren der Primitivfaser „eine zärtere mit sehr schief stehenden Kegeln besetzte Linie, welche von einem in frischen Nerven thätigen Flimmer-Epithelium (von Valentin früher ihm gezeigt) herzurühren scheint, dessen kurze Flimmerkegel auf der Innenwand spiral geordnet zu sein scheinen." (Fig. 88, 4, a, b, und 5, Taf. IV.) Gerber's Abbildungen aber zeigen sich höchstens als einzelne Fragmente von Elementarröhrchen (Flimmer-Epithelien werden wohl jetzt von keinem Forscher mehr hier vermuthet), und das spiralige Ansehen derselben ist in der That häufig genug bei den dicken frischen Primitivfasern zu sehen, und gab sowohl Rosenthal wie auch Valentin die Idee von einem spiralig um die Nervenprimitivfaser herumlaufenden Gewebe feinster Fasern. Mulder [58]) bildet Tab. XVIII Fig. 182, 183, 184—187 ebenfalls Nervenfasern ab, bei 410-facher Vergrösserung, an welchen allen zu bemerken ist, dass Mulder Elementarröhrchen sah, aber nicht deutlich erkannte,

51) Hannover, in: Müller's Archiv 1840. p. 553.
52) Remak, im Bericht über die Wiesbadener Naturforscher-Versammlung, 1853, p. 182.
53) Remak, 1837, Froriep's Notizen, l. c. 54) Remak, Observat. anat. 1838. Tab. I. Fig. 1. 2.
55) Valentin, l. c. Handwörterbuch der Phys. von Wagner, p. 690.
56) Valentin, Repertorium VII. Bd. 1842. p. 114. Note. 57) Gerber, Allgem. Anat. etc. Bern, 1830. 8. p. 153.
58) Mulder, Phys. Chemie. p. 654. Braunschweig, 1844—52.

z. B. die Längs- und Querstreifen in Fig. 182, das netzartige, wie aus lauter Kügelchen zusammengesetzte Ansehen in Fig. 183 u. s. w.

Die Zusammensetzung des („geronnenen") Nervenmarks „aus einzelnen, unregelmässigen grösseren und kleineren Massen, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen" fand auch Kölliker[59]); oder „wie zu zierlichen Netzen verbundene" Krümel, bei Behandlung mit Aether[60]). Ich glaube, dass auch diese Erscheinung nur auf die bei solcher Behandlung sichtbar werdenden Elementarröhrchen bezogen und durch sie gedeutet werden kann.

Diese Mittheilungen mögen genügen, um darauf hinzudeuten, dass der optische Ausdruck, welchen das sogenannte Nervenmark unter so vielen verschiedenen Verhältnissen bietet, nicht in der gehörigen Weise bisher gedeutet worden ist. Insbesondere aber scheint mir in dem Vorausgegangenen der genügende Beweis enthalten zu sein, dass das Nervenmark in keinem Falle als eine ölige Flüssigkeit ausschliesslich zu betrachten sei. Eine solche Anschauung des Nervenmarks, als eine blosse Flüssigkeit, wird überdies noch durch manche andre Erscheinungen als unhaltbar documentirt, unter welchen besonders die eine hervorsticht, dass bei der Hervordrängung des Axencylinders aus einer Nervenprimitivfaser, in Folge einer Compression der letzteren, stets oder in der Regel ein dickerer oder dünnerer Wulst des Nervenmarks um den Axencylinder an der Gränze der Nervenfaserhülle, oder am Schnitt- oder Riss-Ende der Nervenfaser sich bildet. Dieses geschieht vorzugsweise, wenn man nur ein ganz kleines, $1/2$ — 1 Mm. langes Stückchen eines Nervenbündels untersucht, an welchem, nach angebrachtem Druck, die ganze darin enthaltene Strecke des Axencylinders, dem Drucke ausweichend, nach einer Richtung hin vorwärts getrieben wird. Weniger häufig ist dieses der Fall, wenn das comprimirte Stück des Nervenbündels länger ist. In diesem reisst, in Folge des Drucks, nicht die ganze Strecke des in ihm befindlichen Axencylinders ab, und es tritt daher auch oft vom Axencylinder gar nichts hervor, sondern nur das Mark allein tritt aus dem Schnittende heraus, wie bereits Kölliker fand, und als Beweis der präformirten Existenz des Axencylinders (s. o.) anführte. Jener Wulst des Nervenmarks, der kegel- oder kranz- oder mützenförmig sich um den Axencylinder an der Austrittsstelle aus dem Schnittende der Primitivfaserhülle herumlegt, giebt sich bei den starken Vergrösserungen als aus lauter Elementarröhrchen des Nervenmarks zusammengesetzt zu erkennen, und erklärt sich einfach daher, dass die vom hervorgetretenen Theile des Axencylinders abgerissenen Elementarröhrchen des Nervenmarks grossen Theils mit nach aussen gerissen wurden, gleichsam aus dem Inneren der Nervenfaser nach aussen gestülpt wurden, und, aus ihren ursprünglichen Verbindungen mit dem Axencylinder durch den Druck abgetrennt, sich hier massenhaft anhäufen, indem die vom sichtbaren Theile des Axencylinders abgerissenen Enden derselben sich zurückziehen und in der Nähe der andern Anheftungspunkte, welche sie noch mit Axencylinder und Mark verbinden, sichtbar werden. Die hier von mir beschriebene Erscheinung ist auch von andern Beobachtern gesehen und bildlich dargestellt, wenn auch nicht genauer beschrieben worden; z. B. von Remak, 1838, welcher die Erscheinung, dass bei'm Druck auf Nervenprimitivfasern an den hervorstehenden Axencylindern fast immer eine Anschwellung (meist conische) des den Axencylinder umgebenden Nervenmarks entsteht, mit folgenden Worten beschreibt[61]): „Illis autem locis, ubi vagina pressionis vi expanditur atque a fibra primitiva solvi incipit, intumescentiae quasi tubulorum nascuntur." Remak bildet dieses (Tab. I. Fig. 1 ff.) auch ganz treu ab, wie denn alle die Abbildungen dieses Autors durch grosse Naturtreue sich auszeichnen. Auch Henle giebt in seiner Allgemeinen Anatomie, Taf. IV. Fig. 5, bei J, a, eine, im Ganzen getreue, wenn auch mehr im Umriss gehaltene, Abbildung dieses Verhältnisses.

Nach Erwägung aller im Vorausgegangenen gemachten Mittheilungen über die Elemente des

59) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 282. 60) Ibid. p. 285. 286.
61) Remak, Observat. anat. p. 60.

Nervenmarks scheint es mir hinreichend gerechtfertigt, wenn ich den Schluss ziehe, dass, so nahe an der Erkenntniss der feineren Structur des Nerveninhalts die genannten Forscher auch waren, sie dennoch die Annahme eines flüssigen Inhalts der Nervenfaser von der genaueren Erkenntniss oder der genaueren Erforschung abhielt. In bezeichneter Weise schlossen mehr oder weniger alle Forscher, seit Ehrenberg's Vorgang. Obwohl sie den Inhalt der Nervenfaser, wie z. B. Bidder[62]), „krümelig" fanden, die unterbrochenen Contouren des Nervenmarks in ihren Zeichnungen[63]) hie und da richtig angegeben, hielten sie den Inhalt der Nervenröhren dennoch für eine Flüssigkeit[64]), und bezweifelten die Realität der festen Theile, die man am Nerveninhalt unterschieden hatte[65]).

Um die Elemente des Nervenmarks genauer kennen zu lernen, sind, auch durch Untersuchung feiner Querabschnitte der Nervenprimitivfasern, von früheren Forschern vor mir Versuche gemacht worden. So von Purkinje 1837[66]). „Bei sehr feinen durchscheinenden Querdurchschnitten durch die Nervenbündel eines frischen Nerven gelang es ihm, die Lumina der elementaren Nervenfädchen zu Gesicht zu bekommen. Es zeigte sich an der äussersten Peripherie eine kreisförmige Doppellinie, entsprechend der umhüllenden Membran des Nervencylinders, welche gefässartig das Nervenmark enthält; dann folgte nach innen zu ein dickerer Kreis, die Schichte des Nervenmarks, und im Centrum eine meistens mehreckige, vollkommen durchsichtige Stelle, die man als den innern Canal des Nervenmarks ansehen konnte. Da jedoch solche gelungene Schnitte nur vom seltenen glücklichen Zufall abhingen, so nahm derselbe gehärtete Nerven zur Untersuchung, wo die feinsten und durchsichtigsten Querdurchschnitte jedesmal mit aller möglichen Sicherheit gelingen. Auch hier zeigten sich im Lumen jedes Nervenfadens gerade dieselben Umrisse." Purkinje giebt auch in Fig. 9 der dem Berichte beigedruckten Tafel eine bildliche Darstellung eines solchen Querabschnitts; man sieht hier zwei Nervenbündel, ein grösseres und ein kleineres, resp. ihre Querdurchschnitts-Flächen, bei einer, wie mir scheint, 250—300-fachen Linear-Vergrösserung. Die Axencylinder-Querdurchschnitts-Flächen erscheinen sternförmig; aber nirgends ist eine — übrigens auch von Purkinje nie gekannte — Verbindung mit der Hülle oder Peripherie sichtbar. Purkinje hat hier offenbar mehr nur eine schematische Skizze gegeben, und weniger eine treue Darstellung der natürlichen Verhältnisse. Denn man findet auf Querabschnitten niemals die Peripherie der Primitivfaser durch zwei concentrische Kreislinien repräsentirt. Bei der schwachen Vergrösserung, die Purkinje anwandte, scheint es nur so auf den ersten Blick. Auch ist die Methode, an frischen und an in Weingeist gehärteten (wahrscheinlich war Weingeist das Härtungsmittel, welches von Purkinje nicht speciell angegeben wird) Nerven solche Querabschnitte zu studiren, nicht geeignet, um die richtige Erkenntniss zu erlangen, wie ich selbst einige Jahre später erfahren musste. Ich untersuchte nämlich 1840—1846 häufig die Querdurchschnitts-Flächen von Nervenprimitivfasern an feinen Querschnitten des in Weingeist gehärteten Rückenmarks[67]). Ich unterschied bei 360-facher Vergrösserung „die beiden Contouren, wovon die äussere breiter und ganz schwarz, die innere äusserst fein und weniger dunkel als jene ist. Zwischen beiden Contouren, die unregelmässig rund, oval, oder eckig sind, befindet sich ein ganz heller Zwischenraum. Den die Mitte ausfüllenden Inhalt, welcher von der inneren Contour rings begränzt ist, sieht man als eine grauliche oder gelbliche unbestimmte Masse." Ich hatte also damals ein gleiches Schicksal wie Purkinje, indem es mir nicht gelang, die Verbindung des Axencylinders mit dem Mark und der Hülle zu erkennen. Dies war vorzugsweise durch zwei Umstände bedingt; der erste lag in der zu geringen Vergrösserung, welche ich anwandte, und in der ungenügenden Feinheit der von mir mikroskopisch untersuchten Quer-

[62]) Bidder, 1847, l. c. p. 17. [63]) Auch Bidder l. c. Taf. 1. Fig. 1. [64]) Auch Bidder p. 17.
[65]) Bidder l. c. p. 19.
[66]) Purkinje, in: Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Prag. 1838. p. 177.
[67]) Siehe meine Schrift über den Pons Varolii, 1846. p. 6.

abschnitte; der zweite lag zum Theil wohl auch in dem von mir angewendeten Härtungsmittel. Die Wirkung des Weingeistes auf die Nervenprimitivfasern ist wahrscheinlich um so mehr destruirend, je grösser die erhärtende Wirkung desselben ist. Diese besteht hauptsächlich in der Entziehung des Wassers oder der wässerigen Bestandtheile der Nervenfasern, wodurch letztere nothwendig zusammenschrumpfen. Hierdurch ist aber eine mehr oder weniger bedeutende materielle Veränderung in der Lage und dem gegenseitigen Verhältniss der Moleküle der Nervenprimitivfaser bedingt, welche, so weit sie faseriger Art sind, je nach ihrer Richtung bald zusammengefaltet, bald auseinandergerissen werden müssen u. s. w. Dass unter solchen Umständen die ursprüngliche Verbindung der feinsten Elemente einer Nervenprimitivfaser zerstört werden muss, und auf Querabschnitten daher nicht mehr zu erkennen ist, begreift sich von selbst. Ein Gleiches muss ich von späteren Versuchen zur Erkenntniss des Baues der Nervenfaser auf Querabschnitten behaupten; es sind dieses die Versuche von Stadelmann und von Rosenthal.

Stadelmann [68]) untersuchte Querabschnitte getrockneter und nachher wieder in Wasser aufgeweichter Nerven und Rückenmarksstücke. Stadelmann fand aber nicht Röhrchen in Continuität zwischen Axencylinder und Hülle, gleich Querfasern, welche Hülle und Axencylinder mit einander verbinden. Dieser Umstand erklärt sich leicht aus der Untersuchungsmethode Stadelmann's, da ein Nerv durch das Eintrocknen seine Elementarstructur einbüssen muss, indem durch das Verdunsten der Flüssigkeit der Nerv zusammenschrumpft, die Verhältnisse seines Volumens an allen Stellen seiner Masse bedeutend verändert und verringert, wodurch die feinen Röhrchen und Fasern nothwendig aus ihrer gegenseitigen Lage und Verbindung herausgerissen und daher zerstört werden müssen.

Feine Querabschnitte von Nervenfasern machte auch Rosenthal [69]) an mit Holzessig behandelten und dann getrockneten Nerven. Diese Untersuchungen sind zwar nur oder hauptsächlich angestellt worden, um die verschiedene Menge und Dimension der Primitivfasern in verschiedenen Nervenwurzeln kennen zu lernen. Für die Erkenntniss des feineren Baues der Primitivfaser lieferten diese Untersuchungen auch keine weiteren Beiträge. Es muss von dieser Untersuchungsmethode dasselbe gesagt werden, was von derjenigen Stadelmann's. Das Behandeln der Nerven mit Holzessig, wodurch der Nerveninhalt durchsichtiger wird, muss überdies der Erkenntniss des feineren Baues mehr hinderlich als förderlich erscheinen.

Auch Mulder [70]) bildet bei 410-facher Vergrösserung die Querdurchschnittsflächen von (fünf) Nervenprimitivfasern ab, jede aus vier in einander eingeschlossenen Cylindern bestehend, nämlich in Form vier concentrischer fast kreisförmiger Linien. Mulder giebt in der Erklärung (p. 656, Note) der Abbildung an, dass die Nerven vom ischiadicus des Menschen, getrocknet und dann quer durchschnitten waren; in jedem Fall ist diese Abbildung unrichtig, selbst als schematische Skizze unrichtig, und aus oben angeführten Gründen konnte auch Mulder bei seinem Verfahren die Structur der Nerven-Primitivfaser nicht genauer erkennen.

Das Nervenmark auf Querabschnitten untersuchte auch noch Owsjannikow [71]); insbesondere uutersuchte er die grossen Müller'schen Fasern in dem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis. Er beschreibt [72]) den Anblick ihrer Querdurchschnittsflächen mit folgenden Worten: „lumina, orbium adinstar rotunda ... quorum luminum alia omnino pellucida atque perspicua, i. e. vacua sunt, alia massis quibusdam acidi chromici effectu colore subflavo tinctis impleta

[68]) Stadelmann, Sectiones transversae partium elementarium corporis humani, diss. inaug. 8. Turic. 1844.

[69]) D. Rosenthal, de numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebro-spinalis symbola. Vratislaviae 1845. 4.

[70]) Mulder, Physiol. Chemie, p. 684. Taf. XVIII. Fig. 181. Braunschweig 1844—52. 2. Bd.

[71]) Owsjannikow, diss. inaug. de textur. medull. spin. imprimis in piscibus. Dorpat 1854.

[72]) Owsjannikow, l. c. p. 21.

cernuntur, quae massae non sunt nisi axis cylindrorum iis inlcusorum segmenta transversa, vel fibrae quae vocantur Müllerianae. Quae fibrae et ipsae, quamquam a Müller taeniae leves dicuntur, speciem rotundam prae se ferunt. Ceterum eas interdum in segmentis transversis formam an gulosam quin etiam stellis similem induere posse haud negaverim. Verumtamen haec fibrarum species non est nisi arte producta, quippe quae nobis in iis tantum casibus offeratur, in quibus fibrae nimia acidi chromici efficacia sunt corrugatae." — Die Beschreibung ist im Allgemeinen und Groben ganz gut. Die „lumina vacua" sind Fasern, aus denen der Axencylinder bei der Präparation herausgegangen ist, oder wo der Stumpf des Axencylinders bei'm Schnitt am Rückenmarke sitzen oder haften blieb. Die „massae colore subflavo tinctae" sind allerdings die Axencylinder; und zwar bieten sie alle möglichen Formen, je nach dem Winkel, in welchem der Querschnitt die Faser traf. Dass die runde Form normal, die eckige dagegen Härtungsproduct sei, lässt sich daher nicht sagen. Dass durch Chromsäure „fibrae corrugatae" erzeugt würden — ist eine um so weniger haltbare Hypothese, als die Chromsäure ja gerade deshalb gerühmt wird, dass sie die Fasern unverändert lässt. Wenn aber Owsjannikow sagt: „Massae aequabilis, qua fibrae hae consistunt, pars media paulo fusciorem se exhibet," so bezeichnete hier Owsjannikow, ohne es aber zu wissen, das Centralrohr des Axencylinders. Es ist aber Owsjannikow nicht gelungen, die Verbindungstheile des Axencylinders und der Nervenfaserhülle zu sehen, wie ich das beschrieben habe, weil Owsjannikow mit zu schwachen Vergrösserungen arbeitete, oder weil seine Abschnitte eine nicht genügende Feinheit hatten.

Ausser bei Petromyzon hatte auch bei andern Fischen Owsjannikow keinen besseren Erfolg. Die Querdurchschnittsfläche einer Nervenprimitivfaser bei Fischen beschreibt Owsjannikow l. c. p. 29: „In media nervorum dissectorum parte [73]) plerumque punctum plus minusve subflavum, quod non est nisi segmentum axis cylindrati acido chromico colore magis minusve intenso imbuti, deprehendimus, nervorum medullâ, quae orbis fusci latique speciem prae se fert, circumdatum." Den dunkleren Axencylinder beschreibt Owsjannikow richtiger; die medulla nervorum erkannte er aber nicht genauer.

In der neuesten Zeit haben endlich Jacubowitsch, Bidder und Kupffer die Elementarstructur der Nervenprimitivfaser genauer zu erforschen gesucht, und Manches beobachtet, was auch mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen über das Nervenmark übereinstimmt. Sie geben zwar den von ihnen beobachteten Thatsachen eine ganz andere Deutung als ich, und sind auch noch ziemlich weit davon entfernt, in Bezug auf das Thatsächliche ganz mit den Resultaten meiner Beobachtungen übereinzustimmen. Immerhin aber müssen auch diese neuen Beiträge der genannten Forscher wiederum als einige Schritte näher zur Anerkennung des Grundsatzes bezeichnet werden, welcher das sogenannte Nervenmark als aus faserigen oder röhrigen Gebilden feinster Art zusammengesetzt documentirt. Die Textur der Nervenprimitivfaser ist nämlich, nach Jacubowitsch [74]), auf Querabschnitten aus in Chromsäure gehärteten Theilen des Rückenmarks und der Nerven, bei 375-facher Vergrösserung folgende:

Der Axencylinder ist ein heller Fleck, scharf und einfach contourirt. „Von dem Axencylinder fängt eine feine Spirale an, welche mehrere Male um den Axencylinder herum geht [Nervenmark u. Hülle], der Raum zwischen den Spiralcontouren ist mit einer feinkörnigen Masse ausgefüllt, endlich wird die Spirale dichter und bildet eine scharf contourirte Peripherie. Bei 600-facher Vergrösserung: dasselbe Bild; nur sind „die Spiralen breiter, unregel-

[73]) Owsjannikow versteht unter „nervorum" die einzelnen Primitivnervenfasern.

[74]) Jacubowitsch, Mikroskop. Untersuchungen über die Nervenursprünge im Rückenmark und verlängerten Marke, über die Empfindungszellen und sympathischen Zellen in demselben, und über die Structur der Nervenprimitivzellen, Nervenfasern und Nerven überhaupt, in: Bulletin de la Classe physico-mathematique de l'Academie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Tome XV. Nr. 1 (Nr. 337). Lu le 27. Juin 1856.

mässiger; das an der Peripherie dicht spiralförmig gewundene Gewebe geht ununterbrochen von einem Nerven (Nervenprimitivfaser) an den andern über. Bei 990-facher Vergrösserung: gleiches Bild, nur schimmern die Punkte der feinkörnigen Masse mehr durch.“

Lässt man das Präparat mehrere Tage in kaltem Wasser liegen, so sieht man bei 600-facher Vergrösserung „die dunklen Punkte der zwischen den Spiralen liegenden feinkörnigen Masse sich in grössere Tropfen, die das Licht stark brechen, verwandeln, weil das Fett vom Eiweiss sich trennte und zusammenfloss, und das Eiweiss im Wasser sich löste.“ Aether zieht das Fett aus, und man sieht, dass der Axencylinder in das Gewebe eingerollt ist. Durch Zusatz von Essigsäure schwillt das Gewebe an, die Contouren verlieren an Schärfe, doch bleibt die Spiralform. Diese letztere weist, nach Jacubowitsch, die Natur des Bindegewebes nach.

Diese Beschreibung (Jacubowitsch's) der Querdurchschnittsfläche der Nervenprimitivfaser enthält Vieles, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt; die Spirale um den Axencylinder herum ist aber nicht eine Spirale im wahren Sinne des Worts, wie Jacubowitsch annimmt, sondern bildet nur Fragmente einer anscheinenden Spirale, wie ich oben, p. 706, und früher in meiner Schrift über die Nervenprimitivfaser und Nervenzelle, 1856, p. 5, als „meist einer unterbrochenen Spirale ähnlich“ angegeben habe. Die Elementarröhrchen laufen quer und schräg, obwohl nicht absolut spiralig.

Was Jacubowitsch für „feinkörnige Masse“ hält, sind, nach meiner Ansicht, Querdurchschnittsflächen der mehr vertical laufenden Elementarröhrchen des sogenannten Nervenmarks, resp. Ausläufer des Axencylinders.

Den Uebergang der Elementarröhrchen von einer Nervenprimitivfaser zu der benachbarten beschreibt Jacubowitsch übereinstimmend mit meinen Beobachtungen.

Die durch mehrtägiges Liegen in Wasser erzeugten Erscheinungen deutet Jacubowitsch meiner Ansicht nach nur theilweise richtig. Dass sich das Eiweiss der Nervenprimitivfaser im Wasser aufgelöst habe, ist von ihm nur supponirt, nicht bewiesen.

Wenn Jacubowitsch Alles, was in dem Raum für Mark und Hülle der Nervenprimitivfaser auf dem Querschnitt faserig erscheint, für Bindegewebe (wie Bidder und Kupffer) hält, aus dem Grunde, weil die Fasermasse spiralförmig verläuft, so ist das eigentlich kein Grund. Das Bindegewebe muss nicht nothwendig spiralig laufende Fasern haben, und was spiralig läuft, ist nicht nothwendig Bindegewebe. Die Fasern (Elementarröhrchen) in den Nervenprimitivfasern laufen aber nicht absolut spiralig; nur scheinbar so, und ähnlich einer Spirale an manchen Stellen.

In Bezug auf das Thatsächliche stimmen also Jacubowitsch's Beobachtungen nahezu mit den meinigen überein. Nur die Deutung ist verschieden. Nach Jacubowitsch liegt das flüssige Nervenmark zwischen den von ihm als Bindegewebe bezeichneten Theilen, in welche der Axencylinder gleichsam eingerollt ist, und füllt die Maschen dieses Netzes aus, während ich jenes als in den Elementarröhrchen selbst hauptsächlich enthalten annehme.

Bidder und Kupffer sprechen sich zwar über das sogenannte Nervenmark in ihrer neuesten Arbeit [75]) nicht genauer aus, und sie betrachten das Nervenmark selbst, wenigstens in den Nerven-Primitivfasern des Rückenmarks, nicht einmal als einen wesentlichen Bestandtheil derselben. Indessen geht aus ihren Darstellungen hervor, dass sie Manches gesehen (obwohl nicht richtig gedeutet) haben, was mit meinen Beobachtungen und Angaben in Einklang ist. Bidder und Kupffer geben nämlich (l. c. 1857, Taf. III. Fig. VI.) die Abbildung eines Querschnitts der weissen Rückenmarkssubstanz aus der Medulla oblongata eines Hechts bei 300-maliger Linear-Vergrösserung in folgender Weise: Die sämmtlichen Markscheiden sind hier auffallend dunkel, die Axencylinder heller

[75]) Bidder und Kupffer, 1857. l. c.

gezeichnet. Ihre Form (Peripherie) ist wechselnd, nichts weniger als ring- oder kreisförmig. In so weit stimmt das auch mit meinen Erfahrungen. Bidder und Kupffer zeichnen aber fast alle diese „Markscheiden" als scharf von dem sie umgebenden Gewebe abgegränzte Theile; nur an einzelnen Markscheiden sind feine faserige Ausläufer gezeichnet. Dagegen zeichnen Bidder und Kupffer die Zwischensubstanz zwischen den verschiedenen Markscheiden als zusammenhängende Faserzüge in langer Continuität. Diese Darstellung muss ich, nach meinen Untersuchungen, als der Natur nicht getreu, nur als Skizze, die aber nicht einmal annähernd richtig ist, bezeichnen. Bidder und Kupffer sind hier durch die zu schwache Vergrösserung, welche sie angewendet haben, an der richtigen Erkenntniss des Sachverhalts verhindert worden. Hätten diese Forscher eine 500 bis 700-malige Vergrösserung gebraucht, so würden sie, wie Jacubowitsch es fand, die faserigen Elemente des sogenannten Nervenmarks (das Bidder und Kupffer für geronnenes Fett anzusehen scheinen) erkannt, und deren Zusammenhang mit der von ihnen als „Bindegewebe" bezeichneten Hülle einer jeden Nervenprimitivfaser gesehen haben. Andrerseits aber würden Bidder und Kupffer erkannt haben, dass die von ihnen als Elemente der „Bindegewebehüllen" bezeichneten Theile sich ganz anders verhalten. In so langen Strecken, wie Bidder und Kupffer bildlich darstellen, sieht man nie eine und dieselbe Faser zwischen den sogenannten Markscheiden in Continuität auf dem Querschnitt. Bei 700-facher Vergrösserung sieht man aber diese Fasern, welche Bidder und Kupffer ohne Grund als Bindegewebe bezeichnen, mit Markscheide resp. Axencylinder in Verbindung. Es sind dies zum Theil die ächten Hüllen der Nervenprimitivfasern, zum Theil die Elemente des Nervenmarks derselben, wie ich das oben (p. 706) dargelegt habe.

Auch aus den übrigen Darlegungen und Beschreibungen Bidder's und Kupffers geht deutlich hervor, dass sie, so nahe sie auch daran waren die Elementarstructur des Nervenmarks zu erkennen, dennoch durch die Anwendung zu geringer Vergrösserungen daran verhindert wurden. So beschreiben diese Forscher das Verhalten der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks auf Querabschnitten in folgender Weise: Die Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarkssubstanz liegen dicht aneinandergedrängt, „immer jedoch bleiben zwischen ihnen Interstitien, die bald vollkommen durchsichtig erscheinen, bald von einer Substanz ausgefüllt sind, die neben schwach gelblicher Färbung entweder fein gestrichelt oder von unregelmässig höckriger Oberfläche sich zeigt" (Bidder und Kupffer, l. c. p. 37, 38) „und welche ein durch die ganze weisse Substanz durchgreifendes Continuum bildet, so dass die erwähnten Ringe (Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern) eigentlich nur in Lücken dieser Substanz eingebettet sind."

An guten Querabschnitten, mit 700-facher Vergrösserung untersucht, wird man finden, dass die „Interstitien" nicht existiren; dass Dasjenige, was Bidder und Kupffer als das „durchgreifende Continuum der weissen Rückenmarkssubstanz" bezeichnen, nichts Anderes ist, als ein Theil der sogenannten Markscheiden und Hüllen der verschiedenen Nervenprimitivfasern des Rückenmarks.

Nur wenn man als „Nervenfasern" der weissen Rückenmarkssubstanz dasjenige bezeichnet, was bisher als Axencylinder galt, wie Bidder und Kupffer das in der That thun, alsdann existiren Interstitien zwischen den einzelnen Nervenprimitivfasern, d. h. Axencylindern, welche Interstitien nur dann „vollkommen durchsichtig" erscheinen, wenn man bei zu schwacher Vergrösserung die Verbindungstheile zwischen Axencylinder, Mark und Hülle nicht sieht, oder wenn man die hier erscheinende „fein gestrichelte", oder eine „unregelmässig höckerige Oberfläche darbietende, gelbliche Substanz" (d. h. Nervenmark) gleichfalls nicht in unmittelbarer Verbindung mit dem Axencylinder gewahren kann.

In der Beschreibung des mikroskopischen Bildes, welches die „weisse Rückenmarkssubstanz auf einem Querabschnitte zeigt, ist übrigens in mancher Beziehung von Bidder und Kupffer (p. 38) entschieden Unrichtiges gegeben. Die Verfasser sagen z. B.: „Wenn diese Ringe (d. h. die Axencylinder) im Allgemeinen so dicht an einander liegen, dass für die Ausfüllungsmasse (d. h. Markscheide nud

Hülle) kaum mehr Raum übrig bleibt, als mehrere dicht aneinander gedrängte Kreise nothwendiger Weise zwischen sich lassen, so werden doch kleinere oder grössere Gruppen derselben durch reichlicher um sie herumgelagerte heller gefärbte Substanz von ähnlichen benachbarten Gruppen geschieden.“

Hierbei ist zu bemerken, dass die Breite eines Axencylinders $^1/_4$ bis $^1/_6$ des Durchmessers einer jeden betreffenden Nervenprimitivfaser hat, dass also $^3/_4$ bis $^5/_6$ des Raums für Mark und Hülle übrig bleiben. Demnach ist es nicht gestattet, die Axencylinder oder „Ringe“ als dicht aneinander gedrängte Kreise zu beschreiben. In der That kommt in der weissen Substanz der Axencylinder keiner einzigen Nervenprimitivfaser mit dem Axencylinder der benachbarten in unmittelbare Berührung, wie z. B. zwei oder drei dicht an einander gedrängte Kreise doch an einem Punkte wenigstens kommen müssen.

Bidder und Kupffer sagen ferner (p. 38): „die ganze weisse Rückenmarkssubstanz bekomme dadurch (durch die oben beschriebene Anordnung der Axencylinder und ihrer Umgebung nämlich) ein zerklüftetes, in unregelmässig eckige, grössere oder kleinere Inseln zerspaltenes, schwammartiges Ansehen... Die jene Zerklüftung bewirkenden Streifen hängen im Uebrigen netzartig mit einander zusammen, nur die von den vordern Enden der Vorderhörner und den hintern Spitzen der Hinterhörner der grauen Substanz ausgehenden breiteren Streifen gehen in meist gestreckter Richtung nach vorn und hinten bis zum äusseren Umfange des Rückenmarks und zur Pia mater. Jene netzförmig verbundenen Streifen nämlich stehen auf der einen Seite in ununterbrochenem Zusammenhange mit der grauen Rückenmarksmasse, während sie andererseits eben so deutlich bis in die Pia mater, und deren für die vordere und hintere Spalte bestimmten Fortsätze, sich verfolgen lassen, und endlich auch die zwischen den einzelnen Ringen erwähnte Ausfüllungsmasse aus sich entsenden. Diese, die einzelnen Ringe oder die Gruppen derselben umgebende, Substanz ist also, wie dies schon ihr ununterbrochener Zusammenhang mit der Pia mater darthut, im Wesentlichen Bindesubstanz.“

Das schwammige zerklüftete Ansehen etc. des Querabschnitts weisser Substanz betreffend, so mag die Beschreibung Bidder's und Kupffer's als richtig zugegeben werden, so lange von einer 350-fachen Vergrösserung die Rede ist. Eben so ist die vielfache Communication der die Zerklüftung bewirkenden netzförmigen Streifen mit meinen Beobachtungen übereinstimmend. Was aber Bidder und Kupffer von dem ununterbrochenen Zusammenhang dieser mit der grauen Substanz und mit den Fortsätzen der Pia mater in den Fissuren sagen, das beruht durchaus nicht auf wirklicher Beobachtung. Man kann aus der einen Nervenprimitivfaser in die benachbarte Nervenprimitivfaser einzelne feinste Fäserchen (Elementarröhrchen) vielfach übergehen sehen; man verfolgt aber diese Elemente nur in ganz kurzen Strecken in Continuität; es ist also nicht gestattet, von einem Zusammenhange der Markscheide und Hülle jeder einzelnen Nervenprimitivfaser der weissen Rückenmarkssubstanz mit grauer Substanz und Pia mater zu reden, wie Bidder und Kupffer das thun. Ich gebe zu, dass man in der unmittelbaren Nähe der Fissuren Uebergänge der Elemente der Pia mater in einzelne Nervenprimitivfasern beobachtet; das gestattet aber nicht, von einem solchen Zusammenhange aller Markscheiden und Hüllen der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz mit der Pia mater im Allgemeinen und in so absoluter Weise zu reden, wie das Bidder und Kupffer thun.

Noch viel weniger aber ist es gestattet, jene „Ausfüllungsmasse zwischen den einzelnen Ringen“ als Bindegewebe zu bezeichnen, selbst wenn zugegeben wird, dass die feinsten Elemente des Bindegewebes, resp. der Pia mater, und die der Nervenprimitivfasern mit einander in Verbindung stehen. Denn wenn auch unsere jetzigen optischen Hülfsmittel noch nicht gestatten, die feinsten Elemente der Pia mater von den feinsten Elementen der einzelnen gröberen Bestandtheile der Nervenprimitivfaser (Hülle, Mark und Axencylinder), wo beide in kurzen Fragmenten vorliegen, zu unterscheiden, so ist es dennoch andererseits nicht zuzugeben, die Elemente der Pia mater mit denen des Nervenmarks (und

Axencylinders) zu identificiren. Denn in diesem Falle wäre jede Nervenprimitivfaser, resp. jeder Axencylinder, nichts Anderes als Bindegewebe.

Das Studium des feineren Baues des Nervenmarks, resp. der Nervenprimitivfaser, ist auch auf feinen Längsabschnitten bereits früher versucht worden. So hatte schon Purkinje[76]) sich hiermit beschäftigt. Purkinje fand Folgendes: „Wenn man einen dünnen Längenschnitt der gehärteten Nerven betrachtete, so zeigte sich hier mitten im Nervenmark ein dünner durchsichtigerer Streifen. Aehnliches sah man an den aus den Schläuchen der Elementarfäden durch Quetschung hervordringenden, cylindrischen Markfäden.“ Purkinje bildet[77]) sieben solcher Axencylinder mit umgebender Markmasse ab. Er wandte aber auch hier eine zu geringe Vergrösserung an (höchstens 360), um den feineren Bau dieser Theile erkennen zu können, und seine Untersuchungen blieben daher, in Beziehung auf die Elementarstructur des Nervenmarks, ohne genügendes Resultat.

Nicht besser erging es mir selbst einige Jahre später bei der Untersuchung der Nerven-Primitivfasern in feinen Längsabschnitten aus dem in Weingeist gehärteten Rückenmarke[78]). Ich fand bei 200-facher Vergrösserung an jeder Primitivfaser „eine unregelmässige dunkle doppelte Contour an beiden Seitenrändern, den helleren Inhalt getrübt und geronnen, in einzelne grössere oder kleinere rundliche oder eckige Massen verwandelt, die wie unregelmässige Crystallisationen theils in der Mitte (Axencylinder, Canal) jeder Primitivfaser liegen, theils an den Seitenrändern (der Hülle) Hervorragungen bilden“ u. s. w. Es bedarf keiner speciellen Auseinandersetzung, um zu zeigen, dass auch diese Versuche zu unvollkommen waren, um ein nur halbwegs genügendes Resultat zu liefern.

Erst als ich die stärkeren Vergrösserungen (400 bis 900 linear) der Kellner'schen, Meyerstein'schen und Oberhäuser'schen Mikroskope, und nur $1/_{300}'''$ bis $1/_{100}'''$ dicke Abschnitte aus dem in Chromsäure etc. gehärteten Rückenmarke und Nerven anwandte, gelang es mir, die Elementarstructur des Nervenmarks genauer zu erkennen, wie ich solche im Jahre 1856 (Nervenprimitivfaser und Nervenzelle l. c.) beschrieben, und auch in vorliegender Schrift wesentlich ebenso dargelegt habe.

Dass die von mir veröffentlichte Anschauung über den feinsten Bau des Nervenmarks (wie der Nervenprimitivfaser überhaupt) erst nach einer langen Reihe von Controversen als der Wahrheit nahe kommend anerkannt werden würde, habe ich vorausgesehen und in der Vorrede meiner ersten Schrift (1856) ausgesprochen. Die Existenz der „Elementarröhrchen“ des Nervenmarks, wie der der Nerven-Primitivfaser überhaupt, ist vor Allem am meisten bezweifelt worden, wie ich aus mündlichen und schriftlichen, sowie aus den bis jetzt gedruckten Mittheilungen ersehe. Es scheint mir unnöthig und überflüssig, auf diejenigen Critiken Rücksicht zu nehmen, welche von solchen anonymen Autoren herrühren, die wohl weniger aus innerem Berufe, als aus zufälliger Nothwendigkeit über meine Schrift ein Urtheil veröffentlichen mussten, ein Urtheil, welchem eine genügende Sachkenntniss nicht zu Grunde lag, und welches also auch nichts Factisches enthält, auf welches ich Rücksicht nehmen könnte. Ich will daher nur die mir entgegenstehenden Meinungen derjenigen Forscher anführen, deren Stimme in der Wissenschaft ein Recht beanspruchen darf, gehört zu werden. Als diese mir bis jetzt bekannt gewordenen, durch specielle Gründe gestützten, Stimmen bezeichne ich diejenigen R. Wagner's, Schröder van der Kolk's, van Deen's und Henle's.

Rudolph Wagner theilte mir alsbald nach Ansicht meiner genannten Schrift seine Ueberzeugung mit, dahin lautend, dass alle die von mir als Elementar-Röhrchen bezeichneten Gebilde die Folge optischer Täuschung seien, dass die dunklen Contouren, welche ich als die Gränzen der Elementar-Röhrchen bezeichne, nur als die Wirkung von Interferenz, Infraction und Inflexion der

[76]) Purkinje, 1836, im Bericht über die Prager Naturforscher-Versammlung, 1837, l. c. p. 177. 178.
[77]) Purkinje, l. c. Fig. 10.
[78]) Siehe meine Schrift über den Pons Varolii. 1846. p. 5.

Lichtstrahlen bei den starken von mir gebrauchten Vergrösserungen betrachtet werden könnten. Ebenso die Farben-Erscheinungen.

Gegen diese Anschauung, glaube ich, sind im Vorausgehenden entscheidende Gründe von mir dargebracht worden, welche hier zu wiederholen unnöthig ist. A priori aber hatte ich schon den Grund für mich, dass die hauptsächlichsten mikroskopischen Befunde, welche ich mitgetheilt, schon bei 360-facher Linear-Vergrösserung entschieden erkannt werden. Diese relativ schwache Vergrösserung unserer Mikroskope ist aber bis jetzt von unsern besten Histologen und Forschern überhaupt als eine solche betrachtet worden, bei welcher man optischen Täuschungen durch Interferenz etc. in der Regel nicht ausgesetzt ist. Sollte dieses aber dennoch der Fall sein, und sollten alle die Befunde unserer Mikrologen, welche doch bei der genannten Vergrösserung meistens gemacht worden sind, dem gegründeten Verdachte unterliegen, dass die Interferenz-Erscheinungen zu falschen Schlüssen in Bezug auf die gesehene Structur geführt hätten — alsdann würde das Mikroskop aus der Reihe derjenigen Hülfsmittel, welche zur Erforschung der feineren Textur der organischen Theile angewendet werden, gänzlich entfernt, und die ganze mikroskopische Anatomie unserer Zeit als eine grossartige optische Täuschung bezeichnet werden müssen.

Schröder van der Kolk hat mir mündlich und schriftlich seine Ansicht dahin ausgesprochen, dass die von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Theile coagulirtes Albumen der Nerven-Primitivfasern seien. Hiergegen habe ich einzuwenden, dass ein feiner Abschnitt coagulirten Albumens zwar dunkle unregelmässige Streifen in einer formlosen Masse unter dem Mikroskope darbietet; dass aber diese Streifen ein so total verschiedenes Ansehen im Vergleich mit den, stets in charakteristischer Form auftretenden, Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaser haben, dass ein Vergleich jener mit diesen nicht wohl aufgestellt werden kann. Die dunklen Streifen im geronnenen Eiweiss sind in der That Sprünge oder Risse, — die Elementarröhrchen können aber isolirt werden.

Van Deen giebt zwar die Existenz der Elementarröhrchen des Nervenmarks zu, wie mir derselbe früher schriftlich, und bei gemeinschaftlichen Untersuchungen, die wir im August 1857 an fünf auf einander folgenden Tagen angestellt haben, auch mündlich mittheilte. Dieser Forscher bezweifelt aber die Elementarröhrchen des Axencylinders, und die Existenz des letzteren selbst, als eines präformirten Gebildes der Nervenprimitivfaser, weil an frischen Froschnerven, die ohne Zusatz von Wasser u. dgl. mikroskopisch untersucht werden, sich kein Axencylinder erkennen lässt. Diese Gründe kann ich aber nicht als gegen meine Anschauung entscheidend betrachten, weil die Nervenprimitivfasern des Frosches (auch der Fische häufig) zu durchsichtig sind, um ihre Elementarstructur so wie bei Säugethieren erkennen zu lassen.

Von den im Druck veröffentlichten Ansichten habe ich nur diejenigen Henle's aufzuführen.

Henle[79]) hält die von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Gebilde der Nervenprimitiv-Faser „wahrscheinlich nur für Falten und Unebenheiten des in Berührung mit Wasser und andern Flüssigkeiten theilweise geronnenen Nervenmarks" „nicht einmal für Fasern könne man sie erklären, da sie sich nicht isoliren lassen." „Die Striche und Pünktchen, . . . welche ich abbildete, seien . . . „keine Interferenz-Erscheinungen . . . rührten auch nicht von Niederschlägen aus der Chromsäure her."

Gegen diese Einwürfe Henle's habe ich den schlagenden Grund für meine Ansichten, dass die Elementarröhrchen sich allerdings isoliren lassen, und stets in gleicher charakteristischer Form auftreten, wie ich oben, p. 704, mitgetheilt. Dass die Elementarröhrchen nicht als Interferenz-Erscheinungen zu deuten seien — wie Henle will — kann ich ebenfalls nicht zugeben. Ihre Contouren etc. sind

[79]) Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1856, herausgegeben von Henle und Meissner, 1. Hälfte. Leipzig 1857. p. 41. 42.

allerdings nichts Anderes als Interferenz-Erscheinungen; den letzteren liegt aber das materielle Substrat der Elementarröhrchen zu Grunde, welche eben diese optische Erscheinung einer solchen scharfen Contour beiderseits — eine Interferenz-Erscheinung — bedingen. Wenn endlich Henle sagt, dass es „ein Unrecht" gegen mich — woran ich mich aber selbst betheiligte — „sei, die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern mit den geschlängelten Fasern Fontana's zusammenzustellen," so muss ich auch jetzt darauf beharren, dass Fontana's geschlängelte Fasern nichts Anderes sind, und nichts Anderes sein können, als die von mir mit dem Namen „Elementarröhrchen" der Nervenprimitivfasern bezeichneten Gebilde. Denn wenn Fontana sich entschieden irrte, indem er die feinen Risse in Metallen und anderen anorganischen Körpern, welche die nämlichen optischen Erscheinungen unter dem Mikroskope bewirken, wie die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern, mit den letzteren identificirte — so darf hieraus nicht der Rückschluss gezogen werden, dass die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern auch nichts Anderes wären, als Risse etc., oder als dasjenige, was wir bei anorganischen Körpern als die Ursache der gleichen optischen Erscheinung bemerken. Die Physik zeigt uns, dass zwei total verschiedene Körper unter Umständen gleiche optische Phänomene bei mikroskopischer Untersuchung bewirken können, ohne dass man aus den optischen Phänomenen berechtigt wäre, zu schliessen, dass beide Körper identisch seien, worüber oben bereits genügend geredet worden, und wie man aus den Untersuchungen Schwerd's[80]) über die Beugungserscheinungen des Lichtes ersehen kann. Uebrigens entstehen die betreffenden Erscheinungen an Metallen, Glas, etc. nur ganz in der Nähe der äussersten Oberfläche, während die Elementarröhrchen in allen Schichten oder Ebenen der Nervenprimitivfasern gesehen werden können. Bei jenen muss das Mikroskop eine ganz bestimmte Stellung haben, um sie wahrzunehmen — bei diesen (Nervenprimitivfasern) kann das Mikroskop alle diejenigen tieferen Schichten, welche unter der Oberfläche der Nervenprimitivfaser liegen, im Focus haben, und dennoch treten in allen diesen Schichten die Elementarröhrchen auf.

Alles zusammengenommen, kann ich also in den von Henle gemachten Einwürfen keinen Grund finden, welcher den von mir aufgestellten Ansichten in Betreff des Baues der Nervenprimitiv-Faser Abbruch thun, oder solche zu modificiren geeignet sein könnte.

Dass „die Farben-Erscheinungen an der Nervenprimitivfaser wirkliche Interferenz-Erscheinungen seien," d. h. dass die Elemente der Nervenprimitivfaser nicht wirklich gefärbt seien — behauptet Henle ganz übereinstimmend mit meinen Ansichten, obwohl ich dem von Henle angeführten Grunde — dass sonst die betreffenden Farben an der Nervenprimitivfaser auch mit freiem Auge sichtbar sein müssten — nicht beipflichten kann, indem wir mit freiem Auge nicht die einzelnen Nervenprimitivfasern — also auch nicht die Farbe einer einzelnen — sehen können, überdies aber die verschiedenen so nahe liegenden Farben einander vernichten, also weisses Licht bilden müssten.

3. Die sogenannte Gerinnung des Nervenmarks betreffend.

Auch alle die Veränderungen und Erscheinungen, welche an einer frischen Nervenfaser, durch die Einwirkung der Luft, des Wassers, der veränderten Temperatur u. s. w. in Folge ihrer Isolirung aus ihren natürlichen Verhältnissen, sich bilden und unter dem Mikroskope nach und nach beobachtet werden können, stimmen mit demjenigen überein, was im Vorausgegangenen von mir mitgetheilt worden ist. Ich führe nur dasjenige an, was einer unserer sorgfältigsten Beobachter hierüber mittheilt. Henle[81]) sagt: „Wenn sich in dem Marke der Nervenröhren die beiden den Rändern parallel laufenden Linien gebildet haben, so schreitet die Veränderung nach innen weiter fort, um so

[80]) Schwerd, die Beugungserscheinungen aus den Fundamentalgesetzen der Undulationstheorie analytisch entwickelt. Mannheim 1835. 4. [81]) Henle, Allgemeine Anatomie, p. 624.

rascher, je weniger eiweisshaltig und je kälter das Wasser, womit die Nervenröhren befeuchtet werden. ... Zuerst, wie man an stärkeren Röhren beobachten kann, bilden sich scharf und dunkel begränzte grössere und kleinere Kügelchen (Fig. 5. H, d, d, c), frei oder durch einen Stiel in die Substanz übergehend, welche zwischen den parallelen Linien des Randes eingeschlossen ist: sie bilden sich am ganzen Umfange der Nervenröhre, daher sie unter dem Mikroskop längs den Rändern oder auch mitten auf der Fläche derselben erscheinen. Die Kügelchen fliessen zu unregelmässigen Figuren zusammen (B); der dunkle Rand wird dadurch breiter, schreitet von allen Seiten gegen die Axe vor, und füllt endlich die ganze Röhre aus (D. c.). Er ist von Körnchen und unregelmässigen Linien durchzogen, die sich allmälig mehren, wodurch das Nervenmark ein granulirtes Ansehen erhält (E). Die gleichen Veränderungen erfolgen, nur viel schneller, am Nervenmarke, wenn es am Schnittende oder durch einen Riss aus der Scheide quillt (I. a. E. b.).... Dieselben Veränderungen beobachtet man auch an feineren Nerven, jedoch weniger deutlich“

Was Henle hier als Kügelchen beschreibt, und als solche zeichnet, sind helle Räume, die durch eine gewundene Strecke von Elementarröhrchen umgränzt werden; bei einer 400-maligen Vergrösserung scheinen in der That dunkle vollständige Kreise in ungetrennter Continuität vorhanden zu sein, oder scharfe Begränzungen in Kreisform, welche bei Anwendung von 700—900-facher Vergrösserung auf das Evidenteste ihre Discontinuität und die Abweichung von der Kreisform zeigen, und sich als die gewundenen Elementarröhrchen documentiren, welche die mannichfaltigsten Figuren zu bilden oder zu umgränzen den Anschein geben, sobald man nicht jedes einzelne genauer verfolgt. Uebrigens sieht man an Henle's Abbildung (Tab. IV. Fig. 5, H.) eine ganz treue Darstellung, so weit eine 200—400-fache Vergrösserung sie zeigt, die Unterbrechung der Doppelcontour, deren bifurcatorische Theilung an manchen Stellen etc. Der „Stiel“ der angeblichen Kügelchen ist gleichfalls nur eine kleine Strecke eines Elementarröhrchens. Eine gleiche Deutung muss ich den „unregelmässigen Figuren“ und den „unregelmässigen Linien“ geben, welche Henle sehr naturgetreu beschreibt. Dass sich alle diese Veränderungen von der Peripherie der Nervenfaser gegen deren Axe oder Centrum hin allmälig ausbilden, erklärt sich daher, dass die Einwirkung der äusseren Luft etc. sich nothwendig in den ihr am meisten ausgesetzten Elementarröhrchen früher zeigen muss, als in den nach innen liegenden, also vor deren Einwirkung theilweise mehr geschützten, wie dieses auch Henle[82]) anführt, indem er sagt: „Vielleicht ist auch die schnelle Gerinnung an der Oberfläche eben die Ursache, dass das Innere der Einwirkung der Stoffe, die die Coagulation bewirken, entzogen wird.“ Dass selbst in Weingeist einzelne Primitivfasern „nicht durch und durch, sondern nur schwach peripherisch coaguliren, in ihrem centralen Theile dagegen hell bleiben,“ leitet auch Valentin davon ab, dass „das vollständige Eindringen der schädlichen coagulirenden Potenzen gehindert wird[83]). Indessen glaube ich, dass hier wohl Valentin zu weit geht; das Gewebe des Axencylinders kann in Weingeist sich auch anders wie das Nervenmark in Bezug auf seinen optischen Ausdruck verhalten, ohne deshalb unverändert durch die Weingeistwirkung zu sein.

Die Hypothese von der „Gerinnung des Nervenmarks“ finde ich bereits bei Leeuwenhoek[84]). Er sagt: „Haec duo globulorum parvorum genera credere mihi licebat ex minutis vasculis, quae laeseram, forte rumpendo profluxisse, et horum quosdam in vivo animali fuisse materiam tenuem fluidamque, qua nunc in vasculis frigefacta ac immota reddita, crassiusculas

[82]) Henle, l. c. p. 628. [83]) Valentin, Repertorium. V. 1840. p. 97.

[84]) Leeuwenhoek, Anatomia seu interiora Rerum cum animatarum tum inanimatarum, ope et beneficio exquisitissimorum Microscopiorum detecta, variisque experimentis demonstrata etc. etc. ab Antonio a Leeuwenhoek. Lugduni Batavorum, apud Cornel. Boutesteyn. 1687. 4. p. 3[a], 39.

illius partes coactas, hoc modo, quosdam enumeratorum globulorum produxisse." Aehnliches sagt Leeuwenhoek p. 48, 49. Diese Ansicht hat sich bis auf die neuesten Zeiten unter den Forschern erhalten, obwohl nicht ein einziger gewichtiger Grund dafür spricht, dass hier wirklich ein der Gerinnung flüssigen Fettes durch Kühlerwerden desselben analoger oder gleicher Vorgang Statt findet. Der Vorgang ist uns vielmehr noch gänzlich unbekannt, welcher die im Leben durchsichtigen Theile der Nervensubstanz (auch der Retina) nach und nach undurchsichtig werden lässt, um so mehr, je länger sie aus dem lebenden Körper entfernt und den Einwirkungen der Kälte, der äusseren Luft u. s. w. ausgesetzt werden. Auch Hannover [85]) hält die Bezeichnung: „Gerinnung des Nervenmarks" für unpassend oder nicht richtig bezeichnend.

Dass die sogenannte „Gerinnung des Nervenmarks" nicht mit der Gerinnung des gewöhnlichen thierischen Fettes zu identificiren sei, möchte aus dem Umstande hervorgehen, dass der markige Inhalt in Nerven 5—8 Tage nach dem Tode des Thieres wieder flüssiger wird, wie schon Leeuwenhoek beobachtete, und nach ihm manche andere Beobachter sahen, z. B. Bidder [86]). Die beginnende Fäulniss bewirkt also eine Verflüssigung des Nervenmarks [87]); an dem geronnenen gewöhnlichen thierischen Fette beobachtet man kein Flüssigerwerden in der gedachten Zeit nach dem Tode, oder nach dessen Entfernung aus dem lebenden Körper. Mulder [88]) verwirft ebenfalls die Annahme einer „Gerinnung", und glaubt, dass die Hauptbestandtheile der Nervensubstanz (Fett, Eiweiss, Wasser), im Leben gleichförmig gemengt, sich nach dem Tode scheiden; diese Veränderung (p. 656) sei kein Gerinnen, sondern eine wahre Scheidung, gleich dem Aufsteigen des Rahms in der Milch bei'm ruhigen Stehen. — Indessen ist auch diese Ansicht von der Annahme einer „Gerinnung" kaum verschieden, und ich glaube im Vorausgegangenen Thatsachen genug angeführt zu haben, welche Mulder's Ansicht widerlegen. — Die Ansicht von der „Gerinnung" des Nervenmarks hat sich, wie mir scheint, auch deshalb bis in die neuesten Zeiten unter den Forschern erhalten, weil man glaubte, dass der Hauptbestandtheil der Nervensubstanz, resp. des Contentums der einzelnen Primitivröhren (oder das Nervenmark), als „Fett" angesehen werden müsse. Ich will mich absichtlich hier nicht auf das Feld der Controversen der analystischen Chemie der Nervensubstanz einlassen; ich will nur so viel bemerken, dass die verschiedenen Methoden, welche man zur Erforschung der einzelnen Bestandtheile des Nervensystems angewendet hat, bis jetzt noch weit davon entfernt sind, genügende Resultate zu geben. Das Haupthinderniss der Erkenntniss besteht darin, dass es nicht möglich ist, die einzelnen gesonderten Theile des Nervensystems — unvermischt mit nicht nervösen Theilen — der chemischen Analyse zu unterwerfen. Untersucht man weisse oder graue Hirnsubstanz, so untersucht man, ohne das verhindern zu können, zu gleicher Zeit Blut, Blutgefässe, Zellstoff u. s. w., und wie bedeutend der Reichthum an diesen Theilen im Nervensystem ist, das braucht nicht erst hervorgehoben zu werden. Untersucht man mikrochemisch einzelne Nervenprimitivfasern, so hat man es wiederum nicht mit einzelnen gesonderten, unvermischten, isolirten Theilen zu thun, sondern — gleichzeitig mit den flüssigen Theilen einer Nervenprimitivfaser untersucht man — ohne es verhindern zu können — auch die festeren Gebilde. Statt des ausgepressten, für ein homogenes Fluidum fälschlich angesehenen „Nervenmarks" untersucht man die feinsten Elementarröhrchen sammt ihrem Inhalte; statt des Axencylinders, den man bisher als ein einfaches Gebilde, als aus einem einzigen chemischen Element gewissermaassen zusammengesetzt, betrachtete, untersucht man verschiedene Röhren, welche wiederum aus den feinsten Elementarröhrchen zusammengesetzt sind, in deren Höhlungen hinwiederum eine Flüssigkeit enthalten ist. Nicht minder unter-

[85]) Hannover, Recherches, 1844. p. 30.

[86]) Bidder, Verh. d. Nervenkörp. zu den Nervenfasern. 1847. p. 16. Note.

[87]) Ob durch die Fäulniss die Elementarröhrchen zerstört werden, und ihr Inhalt dann frei wird, — lasse ich dahin gestellt. [88]) Mulder, physiol. Chemie, Braunschw. 1844—1852. p. 655.

sucht man in der sogenannten „Hülle“, statt eines einfachen Elements, wiederum nur eine Masse von Elementarröhrchen, welche flüssige Theile einschliessen. Ich sehe vorerst daher nur die Wahrscheinlichkeit, dass eine mikrochemische Analyse bei den allerstärksten Vergrösserungen, welche allein mir von Werth zu sein scheint, zu einem sicheren Resultate führen dürfte, wenn erst bessere Untersuchungsmethoden überhaupt aufgefunden worden sind. Bis jetzt aber sind aus genannten Gründen alle die Angaben der analytischen Chemie ohne sicheren Halt; und daher konnte es kommen, dass einzelne Forscher, z. B. Mulder [89]), den Axencylinder für reines Fett hielten, während Andere, z. B. Rudolph Wagner, ihn für Eiweiss erklärten, und noch Andere, wie Lehmann und Kölliker, wieder annahmen, derselbe bestehe aus einer vom gewöhnlichen Faserstoff und vom Muskelfaserstoff verschiedenen Protein-Verbindung [90]).

4. Die Existenz oder das Vorkommen des Nervenmarks im Allgemeinen betreffend.

Es bleibt mir noch übrig, Einiges in Bezug auf die Existenz des Nervenmarks, als eines constanten Elementes aller Nervenprimitivfasern auzufügen. Bekanntlich hat Stannius 1850 [91]) die Behauptung aufgestellt, dass „der wesentliche Unterschied zwischen den Nervenfasern von Petromyzon und denjenigen der höheren Wirbelthiere darin bestehe, dass jene keinen öligen Inhalt und überhaupt keinen flüssigen Inhalt haben, dass ihre Markmasse vielmehr bei Behandlung des Nerven mit Wasser als ein ganz homologes, festes Band erscheint“ (p. 87), und Stannius meinte deshalb als „unzweifelhaft annehmen zu können, dass das Nervenmark des Petromyzon dem Axencylinder der Nerven höherer Thiere entspricht“ (ibid.). Nach den Ergebnissen vieler Untersuchungen, welche ich an den Nervenfasern von Petromyzon angestellt habe, muss ich behaupten, dass auch die Nervenfasern bei Petromyzon Nervenmark besitzen, wie die Fasern anderer Fische und höherer Wirbelthiere. Die Röhrchen in dem Raum des sogenannten Nervenmarks bei Petromyzon fluviatilis sind aber die feinsten und zartesten, welche ich bis jetzt gefunden habe, an den breiten wie an den schmalen Fasern dieses Fisches, sie sind meist unmessbar. Aus diesem Grunde — so scheint es mir — kommt es auch, dass bei'm Druck auf eine solche Faser nicht eine ölige Flüssigkeit hervorquillt, sondern die Markmasse ohne frei werdendes Contentum der einzelnen Elementarröhrchen. Dieses fand denn auch zuerst Stannius 1850 [92]); er beschreibt die „bei Anwendung stärkeren Drucks“ aus der Querdurchschnittsfläche hervortretende Markmasse als „ein Klümpchen graulicher feinkörniger Masse, welche „Aehnlichkeit mit der den Kern eines Ganglienkörpers umgebenden Masse“ habe. Wenn Stannius hieraus aber folgert, dass dieser Nervenfaser ein tropfbar flüssiger Inhalt überhaupt abgehe, so kann ich ihm nicht beipflichten. Der Inhalt fehlt darum noch nicht, weil er meist in den feinen Elementarröhrchen zurückbleibt und nicht frei heraustritt; ob hier die Capillarattraction, oder ein anderer Grund das Austreten verhindert, wage ich noch nicht zu entscheiden. Bei Anwendung höherer Vergrösserungen sieht man aber nicht selten an der Querdurchschnittsfläche einer Nervenfaser, oder deren abgerissenem Ende, allerdings kleine Tröpfchen einer ölartigen Flüssigkeit. Die Identificirung des Axencylinders bei Petromyzon mit dem Nervenmark in den Nerven höherer Thiere, und vice versa, wie Stannius verlangt (p. 88. 89), kann ich daher nicht zugeben.

[89]) Mulder, (l. c. p. 655) hielt den Axencylinder für Fett, welches durch Wasser u. s. w. aus dem „homogenen“ Inhalt der Primitivfaser sich trennt, in der Art, „dass eine Menge Kügelchen zusammenfliessen, den mittleren Theil einnehmen (Fig. 182. b) und ihm Durchsichtigkeit ertheilen, während eine eiweissartige Substanz als dicke Schicht sich an die Innenwand der Scheide legt“, eine Ansicht, welche durch die vorausgegangenen Mittheilungen nicht gerechtfertigt erscheint.

[90]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 286. [91]) S. Rud. Wagner's neurol. Untersuchungen. 1854. p. 85 u. ff.

[92]) S. Rudolph Wagner's neurol. Unters. 1854. p. 86.

Ausserdem hat man auch sogenannte marklose Fasern angenommen, in denen blos der Axencylinder und eine Hülle vorhanden sein, die Markschicht aber fehlen soll. Ich kann die in der heutigen Wissenschaft über diesen Punkt bestehenden Ansichten nicht besser darlegen, als mit den Worten Kölliker's, welcher auf diesen angeblichen Mangel des sogenannten Nervenmarks ebenfalls eine Eintheilung der Nervenprimitivfasern begründet hat. Kölliker sagt (1850—1855): „Die Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern sind 1) markhaltige oder dunkelrandige, welche die überwiegende Mehrzahl der im Körper sich findenden Nervenfasern bilden [93]), oder 2) marklose.

Die markhaltigen sind weich, drehrund; frisch bei durchfallendem Lichte untersucht: wasserhell, durchsichtig, mit einfachen dunklen Contouren; bei Beleuchtung von oben: glänzend, opalartig, wie Fett, in grösserer Menge weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus differenten Bestandtheilen erkennen. Doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Methoden, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden zusammengesetzt sind; sie bestehen aus drei Theilen:

a. einer structurlosen zarten Hülle oder Scheide der Primitivröhren (die aber an den feinsten Fasern noch nicht nachgewiesen ist);

b. einer, im Centrum gelegenen, weichen, aber elastischen Faser, der centralen oder Axenfaser (Axencylinder, Purkinje; Primitivband, Remak), und

c. einer, zwischen beiden befindlichen, zähflüssigen, weissen Schicht, der Markscheide. [94])

Die marklosen Fasern, die beim Menschen nur in gewissen peripherischen Endausbreitungen (Retina, Gehörorgan, Geruchsorgan, Cornea, Pacini'sche Körperchen) sich finden; ferner: als Anfänge der markhaltigen, da, wo sie mit Nervenzellen in Verbindung stehen; dann: als längere selbstständige Röhren in Gestalt der sogenannten Fortsätze der Nervenzellen der Autoren; endlich an den Endigungen der dunkelrandigen Nerven, — diese marklosen Fasern bestehen:

a. aus einer structurlosen Hülle (wie bei den markhaltigen);

b. einem gleichartigen oder fein granulirten hellen Inhalt, welcher mit der centralen Faser der andern Röhren übereinzukommen scheint, auf jeden Fall derselben analog gesetzt werden kann, so dass mithin diesen Fasern die Markschicht fehlen würde."

Dieselben zerfallen in einige Unterabtheilungen, je nachdem sie Kerne halten, oder nicht, und einen mehr oder minder durchsichtigen, mehr oder minder consistenten Inhalt führen [95]).

Kölliker [96]) rechnet zu den marklosen Nervenfasern: 1) die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen; 2) die kernhaltigen blassen Fasern in den Enden der Geruchsnerven; 3) die ganz durchsichtigen kernlosen Fasern in der Cornea; 4) die blassen, verästelten und zum Theil anastomosirenden Nervenenden im electrischen Organ von Torpedo und Raja (R. Wagner, Ecker); 5) die ähnlich beschaffenen Nervenenden in der Haut der Maus [97]) und Spitzmaus (Hessling); 6) die blassen Fortsätze der Nervenzellen der Ganglien und der Centralorgane, auch wenn dieselben nicht alle in dunkelrandige Fasern übergehen sollten; 7) die Opticusfasern in der Retina, und die Müller'schen Fasern in derselben, die Nervenenden in der Schnecke; 8) die Nervenfasern der Wirbellosen und einiger Fische.

„Von diesen Fasern," sagt Kölliker, „wurden die an Nervenenden vorkommenden gleich von ihren ersten Beobachtern unbedingt für Nervenröhren gehalten; und die Nervenzellenfortsätze anlangend, so schrieb ich denselben schon 1846 diese Bedeutung zu; allein diese Ansichten konnten nicht als gesichert betrachtet werden, so lange nicht ihr Verhältniss zu den dunkelrandigen Elementen vollkommen aufgeklärt war. Seit man durch Schwann, Ecker und mich (Kölliker) weiss, dass die Nerven-

93) Kölliker, Gewebel. 1. Aufl. p. 265; 2. Aufl. p. 283; Mikr. Anat. 1850. p. 394.
94) Kölliker, Gewebel. 2. Aufl. 1854. p. 90. p. 280; 1. Aufl. p. 263. Mikr. Anat. 1850, p. 391.
95) Kölliker, Gewebel. 1. Aufl. p. 266; 2. Aufl. p. 283; Mikr. Anat. 1850, p. 394.
96) Kölliker, Mikr. Anat. p. 404; Gewebel. p. 288. 2. Aufl. 97) Kölliker, mikr. Anat. §. 11.

fasern der Embryonen genau eben so beschaffen sind wie die in Frage stehenden blassen Fasern, seit man durch mich (Kölliker), Wagner, Robin und Bidder-Reichert den Uebergang der blassen Fortsätze der Ganglienkugeln in dunkelrandige Fasern kennt, ist es eher möglich geworden, über diese Sache in's Klare zu kommen. R. Wagner sprach zuerst die Vermuthung aus, dass die blassen Fasern in den Pacini'schen Körpern und in den electrischen Organen Nervenscheiden mit Axencylindern, und dass die Fortsätze, die in Nervenfasern übergehen, selbst blosse Axencylinder seien [98]), ferner, dass der ganze granulirte Inhalt einer Ganglienzelle nichts als ein kugelförmig erweiterter Axencylinder sei [99]), und ich hielt mich, nachdem ich den Beweis für die Existenz eines Axencylinders als eines in lebenden Nerven vorkommenden und von der Markscheide differenten Gebildes gegeben hatte, für berechtigt zur Behauptung, dass die markhaltigen Nervenfasern durch die Axenfasern einerseits mit den blassen Fortsätzen der Ganglienkugeln und dem Inhalte dieser Zellen direct zusammenhängen, andererseits auch in die blassen Nervenenden der genannten Orte übergehen. Dies giebt aber, wie ich glaube, noch keinen Grund, die genannten blassen Fasern oder den Inhalt der Nervenzellen ohne Weiteres mit den Axencylindern zu identificiren. Dies könnte nur dann geschehen, wenn wir bestimmt wüssten, dass die Markscheide der dunkelrandigen Nervenröhren bei der Entwicklung der Nerven von aussen her zu dem Inhalte der blassen embryonalen Fasern dazu kommt, und eine ganz neue Bildung zwischen diesem Inhalte und der Nervenscheide sei. Dies ist jedoch nicht der Fall, ja es ist umgekehrt wahrscheinlicher, dass diese Markscheide, die ja auch eiweisshaltig ist, nur durch Metamorphose des äussersten Theils des embryonalen Nerveninhalts, d. h. durch Fettentwicklung in demselben sich entwickelt, und dass der Axencylinder der nicht veränderte innerste Theil dieses Inhalts ist (! ?). In diesem Falle wären alle Gebilde, um deren Deutung es sich hier handelt, nicht blosse Axencylinder, sondern würden einer ganz embryonalen Nervenröhre mit ihrem noch nicht differenzirten Inhalte entsprechen und auch mit allen Theilen der dunkelrandigen Röhren continuirlich zusammenhängen, eine Deutung, der ich wenigstens vorläufig den Vorzug gebe. Uebrigens will ich noch bemerken, dass auch die blassen Nervenröhren auf verschiedenen Stadien der Entwicklung gefunden werden. Die kernhaltigen Röhren im Geruchsorgan stehen vollkommen auf der Stufe embryonaler Fasern, eben so allem Anschein nach die blassen Verästelungen im electrischen Organ, und stimmt der krümliche weiche Inhalt der ersteren sehr wenig mit einer Axenfaser überein; in den Pacini'schen Körpern bietet sich der Inhalt der blassen Fasern — denn eine Scheide ist wohl auch hier vorhanden — eher [100]) wie ein Axencylinder dar; in der Cornea ist das Contentum der glashellen Endröhren allem Anscheine nach mehr flüssig, ebenso in der Retina der Inhalt der Opticusfasern, an denen keine Spur eines Axencylinders zu erkennen ist. Und was endlich die Fortsätze der Nervenzellen betrifft, so bestehen dieselben, mögen sie eine zarte Hülle besitzen oder nicht [1]) aus einer Substanz, die oft fast ganz einem Axencylinder gleicht, oft aber auch zarter ist als dieser, und mit dem Contentum der Nervenzellen übereinstimmt. Demzufolge würde der Inhalt der blassen, marklosen Nervenröhren, obschon derselbe genetisch mehr bedeutet als eine Axenfaser, doch vielleicht nahezu (?!) die Natur einer solchen anzunehmen im Stande sein." [2])

[98]) R. Wagner, in: Gött. Anz. 1850. Nr. 4. p. 46. 54. [99]) R. Wagner, in: Gött. Anz. 1850. Nr. 59. p. 585.

[100]) In der Mikroskopischen Anatomie, p. 405, sagt Kölliker statt „eher" „ganz"; er hat also später einigen Zweifel daran gefunden.

[1]) In der Mikr. Anat., p. 405, sagt Kölliker: „so bestehen dieselben (Fortsätze der Nervenzellen) aus einer zarten Hülle und einem Inhalte."

[2]) Kölliker, Gewebel. 2. Aufl. p. 288. 289; 1. Aufl. p. 270, 271.

Prüft man diese Mittheilungen Kölliker's genauer, so hält es nicht schwer, das Unbestimmte, Schwankende, zum Theil Widersprechende darin aufzufinden. Es würde mich zu weit abführen, die Angaben unseres trefflichsten Histologen speciell hier critisiren zu wollen. Nur auf den einen Punkt will ich aufmerksam machen, dass selbst in dem Falle, wenn die Annahmen Kölliker's in Betreff der gröberen Hauptbestandtheile der sogenannten marklosen Fasern richtig wären, d. h. wenn letztere nur aus einem Axencylinder und dessen Hülle beständen, doch nicht angenommen werden kann, dass der Axencylinder in der Hülle liegt, ohne irgend eine Verbindung mit ihr zu haben. Diese Verbindungstheile zwischen Hülle und Axencylinder sind bei den feinsten Fasern so wenig in die Augen fallend, weil viel weniger zahlreich und weil viel feiner als in den sogenannten doppeltcontourirten Fasern, dass man solche um so eher übersah, als man bisher zu geringe Vergrösserungen bei der mikroskopischen Untersuchung anwandte. Denn selbst bei den breitesten Nervenprimitivfasern sind die Elemente des Nervenmarks unsichtbar oder fast unsichtbar, wenn man die jetzt fast allgemein angewandte Untersuchung mit relativ zu schwacher Vergrösserung (bis 350 linear) anwendet. Eine verbesserte Untersuchungsmethode zeigt aber bei vielen bisher als marklos angesehenen Fasern (Petromyzon, Nervenzellenfortsätze), dass in ihnen nur in geringerer Quantität vorhanden ist, was in den breiteren Fasern in grösserer Menge erscheint, und dass bei einer jeden Faser eine Verbindungsmasse zwischen Axencylinder und Hülle vorhanden ist, welche aus Elementarröhrchen in grösserer oder geringerer Zahl und von grösserem oder kleinerem Durchmesser besteht. Diese Verbindungstheile constituiren das sogenannte Nervenmark, resp. die Markscheide. Es kann also, streng genommen, nicht zugelassen werden, dass auf die Quantität gewisser Bestandtheile der Nervenprimitivfaser eine Classification derselben begründet werde, um so weniger, als die eben bezeichnete Quantität in den verschiedenen Lebenszuständen u. s. w. wechselt, und daher nichts wesentlich Charakteristisches unter allen Umständen darbietet, was als Fingerzeig für eine Classification dienen könnte.

Dass nicht an jeder der feinsten Nervenprimitivfasern eine deutliche Hülle, Mark und Axencylinder evident in allen Fällen nachweisbar ist, kann nicht als Einwurf gegen das eben Gesagte gelten. Denn die relative Unvollkommenheit unserer Hülfsmittel muss und wird stets Lücken lassen, deren Ausfüllung nur in unsrer Idee möglich ist.

Die Ansicht von dem Fehlen des sogenannten Nervenmarks in den schmalen Fasern findet aber auch noch in der neuesten Zeit ihre Vertheidiger besonders in Kupffer und Bidder, 1857 (l. c.).

Schmale (marklose) Nervenfasern in den Centraltheilen, welche von den Nervenzellen entspringen, und solche, die in den peripherischen Endausbreitungen der Nerven erscheinen, hält nämlich Bidder und Kupffer für „nichts anderes als nackte Axencylinder", p. 26. Im Rückenmark haben sie, nach Bidder und Kupffer, „nicht eigene Scheiden, sondern sind in die röhrenartigen Aushöhlungen des gemeinsamen bindegewebigen Grundgewebes eingelagert" (p. 26). Ob sie in der Peripherie „eine von dem umgebenden Bindegewebe unterschiedene besondere Scheide haben, oder ob der Anschein einer solchen nicht vielmehr durch die Begränzung der Canäle entsteht, die zur Aufnahme der Nervenfäden auch in der bindegewebigen Grundlage der peripherischen Organe ausgehöhlt werden", lässt Bidder und Kupffer unentschieden, obwohl letzteres ihnen wahrscheinlicher ist.

Bidder und Kupffer übersehen hier die unmittelbaren Uebergänge der Ausläufer der Axencylinder in ihre nächste unmittelbare Umgebung. Von einer blossen Einlagerung der Axencylinder in das umgebende Gewebe, ohne andere Verbindung als die des Contacts, kann aber nach meinen Erfahrungen nun nicht mehr die Rede sein. Theile der Axencylinder bilden Theile ihrer Umgebung, und umgekehrt. So einfache Theile, wie Bidder und Kupffer meinen, sind die Axencylinder nicht, weder in den Centraltheilen, noch in den peripherischen Theilen.

Ich kann daher nichts weniger als mit Bidder und Kupffer übereinstimmen, wenn Beide den Axencylinder (l. c. p. 26) für den „allein bleibenden und unveräusserlichen Bestandtheil der Nervenfasern halten, während Markscheide und besondere Begränzungshaut, weil unbeständig, auch nicht für wesentliche Elemente derselben gehalten werden können."

Hätten Bidder und Kupffer die Ausläufer des Axencylinders gesehen, und sich überzeugt, dass diese Ausläufer mit der sogenannten Markscheide und Hülle der Nervenprimitivfaser unmittelbar zusammenhängen, so würden Bidder und Kupffer ihre Ansicht für ungerechtfertigt halten. Ich kann nur wiederholen, dass eine passende mikroskopische Untersuchung mit 7—900-facher Vergrösserung hier die Entscheidung bedingt. Den Axencylinder als einen so isolirt bestehenden Theil zu betrachten, wie Bidder und Kupffer thun, ist nicht gestattet, und eine solche Annahme gehört, streng genommen, in die Kindheit der Histologie des Nervensystems.

Dass die Elemente des Rückenmarks, resp. die Nervenprimitivfasern desselben, in (weisser und) grauer Substanz nicht stets so auffallend gleichmässig gebildet erscheinen, wie in den peripherischen Nerven, dass die eine centrale Nervenprimitivfaser eine breitere, die andere eine schmälere Markscheide etc. hat, das giebt noch keinen Grund zu einer histologischen Differenz von den mehr gleichmässigen peripherischen Nervenprimitivfasern. In der grauen Substanz findet aber, durch die Vermischung oder Verbindung von feinsten nervösen Elementargebilden, die von verschiedenen Punkten herkommen, die Bildung besonderer Nervenprimitivfasern Statt, und dass man hier also bei der Untersuchung die Fasern in den verschiedenen Stadien ihrer Zusammensetzung findet, begreift sich leicht. Dass man aber deshalb die weniger scharf (den peripherischen Nervenprimitivfasern weniger gleich) ausgebildeten Nervenprimitivfasertheile nicht als analoge betrachten wollte, wie in den peripherischen — dazu liegt kein Grund vor.

Wenn man überdies die centralen Nervenprimitivfasern, z. B. der weissen Substanz des Rückenmarks, in feinsten Längsabschnitten untersucht, in welchen es leicht gelingt, viele isolirt zu sehen, so wird man finden, dass sie auch in ihrem äusseren Ansehen sich wenig oder gar nicht von den peripherischen Nervenprimitivfasern unterscheiden. Freilich erscheinen sie meist anders, wenn man durch Zerzupfen mit Nadeln einzelne Nervenprimitivfasern aus dem frischen oder in Chromsäure gehärteten Rückenmark zu isoliren sucht. Das Zerzupfen zerstört hier die Nervenprimitivfasern in ihren einzelnen Theilen weit mehr, als solches durch ein feines Segment mit dem Rasirmesser geschieht. Die Nadeln wirken aber — wird man einwerfen — auch auf die peripherischen Nervenprimitivfasern eben so wie auf die centralen, und doch bleiben jene unversehrter. Das ist zuzugeben, und erklärt sich aus der geringeren Zahl der Verbindungsfäden, welche die peripherischen Nervenprimitivfasern mit ihren nächsten Umgebungen verbinden. Immerhin aber wird man deutlich genug finden, dass eine jede Faser ihr — im Ganzen und Groben genommen — besonderes Mark hat, und dass letzteres nicht ein Theil eines allgemeinen Bindegewebelagers ist, welches das Rückenmark durchzieht, wie Bidder und Kupffer annehmen.

Auch Jacubowitsch [3]) unterscheidet marklose, und markhaltige Nervenfasern; die ersteren identificirt er mit nackten Axencylindern, welche auf Querdurchschnitten als einfach contourirte Ringe erscheinen, während die markhaltigen Nervenprimitivfasern ihre Querdurchschnittsfläche als doppelt contourirte Ringe darbieten. Diese Anschauungen können nur als ungenügend bezeichnet werden, als die Folgen der Anwendung ungenügender Vergrösserungen. Noch viel weniger kann ich mit Jacubowitsch einstimmen, wenn er (p. 40) die „mehr oder weniger starke Umhüllung der einzelnen Axencylinder" mittelst des Bindegewebes als die Ursache ansieht, weshalb solche bald als „doppelt contourirte Nervenfasern, bald als einfach contourirte, markhaltige oder marklose Nervenfasern" erscheinen, oder gar „die specifische Function derselben" dadurch bedingt vermeint.

[3]) Jacubowitsch, Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarks, Breslau 1857. 4. p. 18.

C. Den Axencylinder betreffend.

In der Geschichte der Histologie der Nervenprimitivfaser ist wohl kein Theil derselben der Gegenstand so vieler Controversen gewesen, als gerade der Axencylinder. Ich will daher einen flüchtigen Ueberblick der Geschichte dieses Gebildes vorausgehen lassen, um hieran die genaueren Besprechungen über die Histologie des Axencylinders anzuknüpfen. Nachdem Fontana 1781 den Axencylinder zuerst gesehen und beschrieben hatte, kam dies Gebilde in gänzliche Vergessenheit, und als Ehrenberg 1833—1834 durch seine Epoche machenden Untersuchungen die Elementargebilde des Nervensystems um einen bedeutenden Schritt der Erkenntniss näher geführt hatte, war Fontana's Anschauung des Axencylinders längst für einen Irrthum angesehen und vergessen, und die, schon 1684 von Leeuwenhoek aufgestellte, Ansicht, dass die Nervenfasern Röhren mit flüssigem Inhalt seien, auf eine, wie es schien, unerschütterliche Basis gestellt. Die classische und berühmte Arbeit Valentin's von 1836, über den Verlauf und die Endigung der Nerven, lieferte hierzu noch die umfassendsten Beiträge. Als daher Remak in den Jahren 1836—1838 den Inhalt der Nervenprimitivfaser für einen soliden Theil erklärte, für ein plattes Band, so hatte er, ganz entgegengesetzt den damals bekannten Ansichten oder gültigen Annahmen, eine neue Anschauung von dem Inhalt der Nervenprimitivfaser erlangt, und Remak gebührt daher unzweifelhaft die Ehre der Entdeckung des Axencylinders nach Fontana mindestens in einem eben so hohem Maasse, als Ehrenberg die Ehre der Wiederentdeckung der röhrigen Beschaffenheit der Nervenprimitivfasern nach Leeuwenhoek zuerkannt worden ist. Nach Remak lieferten 1839 Purkinje und Rosenthal die folgenden Beiträge zur Kenntniss des Axencylinders. Hannover und Joh. Müller schlossen sich 1840 an Remak's Ansichten an. Stannius, R. Wagner, Kölliker u. A. brachten immer mehr Beweise zur Anerkennung des Axencylinders als eines präformirten besonderen Gebildes einer jeden Nervenprimitivfaser.

Dagegen wurde die Existenz des Axencylinders als präformirten Gebildes von eben so bedeutenden Forschern bezweifelt. Valentin [4]) und Henle [5]) hielten den Cylinder axis für eine nicht immer vorkommende, oder secundäre, erst im Tode entstandene Bildung, und sahen ihn als den nicht geronnenen, veränderten Theil des im Leben homogenen Inhalts der Nervenröhren an. Den Axencylinder hielt Valentin auch noch 1841 [6]) nicht für ein präformirtes Gebilde der Nervenprimitiv-Faser, sondern für die Folge des „Gerinnungsprozesses" des Inhalts, von welchem Valentin sagt, dass er „milchweiss und halb durchsichtig sei, das Rohr der Begränzungshaut gleichförmig ausfüllt, und keine Differenz zwischen einem peripherischen und einem centralen Theile zeigt." Bei dem „Gerinnungsprocess" hat, nach Valentin, „offenbar aber der peripherische Theil des Inhalts eine grössere Neigung zu gerinnen, als der centrale, der bisweilen weicher bleibt, ja durch Wassereinsaugung noch weicher werden zu können scheint, bisweilen dagegen umgekehrt eine solidere Consistenz darbietet", daher es denn komme, dass man „eine peripherische oder Rinden- und eine Axen-Substanz unterscheiden kann." Valentin beschreibt drei verschiedene Formen, unter denen sich diese „Axenmasse" darstellt. 1) als blasses, feinstreifiges, schmales, bandförmiges Gebilde, das oft peitschenförmig aus dem Centrum der verletzten Primitivfaser hervorragt, oder daraus ganz gesondert hervortreten kann (Primitivband Remak's); 2) als breitere, hellere Axenmasse, die am Ende des Bruchrandes auch eine Strecke weit hervortreten kann, nicht so blass als das Primitivband, gar keine oder entferntere und unregelmässige Streifen besetzt (Purkinje-Rosenthal's Axencylinder), oder varicöse Anschwellungen und Verdünnungen seines Durchmessers zeigt; 3) als unregelmässige, von einander abstehende, längliche Gebilde, welche vielleicht Veränderungen der Form Nr. 2. sind. An den meisten Primitivfasern jedoch bemerkt

[4]) Valentin, Repert. 1838. 76; 1839. 79. [5]) Henle, Allgemeine Anatomie. 1841.

[6]) Valentin's Artikel: „Gewebe" in R. Wagner's Handwörterb. der Phys. I. p. 689, 690.

man keinen von diesen dreifach verschiedenen Theilen, wahrscheinlich weil sie entweder zu wenig oder zu stark, bis zum Zerfallen, geronnen sind." Indess gesteht doch Valentin zu, dass „die Axe des Nerveninhalts auch im naturgemässen Zustande eine etwas andere Beschaffenheit als die Marksubstanz hat", p. 690. Valentin[7]) modificirte diese Ansicht später, und hält die Betrachtung des Axencylinders als nicht geronnenen Theils des Nerveninhalts nur auf die Fälle anwendbar, wo derselbe eine geringere Consistenz habe als die Rindensubstanz[8]), in den anderen, seltneren Fällen, wo derselbe fest sei, müsse ein Consolidationsprocess des Innern der Nervenröhren angenommen werden, und da derselbe immer nur im Centrum auftrete, so müsse hier eine bestimmte Geneigtheit zu dieser Bildung vorhanden sein. Wenn daher auch frische unveränderte Primitivfasern keinen Unterschied von Mark und Rinde darbieten, und wenn daher die künstliche Entstehung der Centralgebilde angenommen werden könne, so scheine doch die Existenz des wahren Primitivbandes darauf hinzudeuten, dass wenigstens in einzelnen Nervenfasern ein materieller Unterschied zwischen Centrum und Peripherie existire[9]).

R. Wagner[10]) schloss sich Anfangs Valentin's Ansichten ziemlich an, indem er an den ganz frischen Primitivfasern blos eine homogene Markmasse und eine Scheide annimmt, aber auf der andern Seite auch der Meinung ist, dass die durch Wasserzusatz etc. sich rasch bildenden Veränderungen nur den Ausdruck einer ursprünglich angelegten organischen Stucturverschiedenheit und chemischen Differenz der Nervensubstanz innerhalb der Faser bilden. Später aber — nachdem Stannius bei Petromyzon das Nervenmark geläugnet und den Axencylinder bei Petromyzon mit dem Nervenmark der Nervenprimitivfasern bei höheren Wirbelthieren in Parallele gesetzt hatte[11]) — hielt auch Wagner den Axencylinder für das wesentlichste Gebilde einer Nervenfaser[12]).

Bidder und Volkmann[13]) betrachteten 1842 den Axencylinder einfach als secundäre Bildung; auch Bidder[14]) eben so mit grosser Bestimmtheit noch 1847. Indessen ist auch Bidder von seiner Negation des Axencylinders zurückgekommen; und seit den Untersuchungen am Nervensystem von Petromyzon, welche Stannius veröffentlichte, hat Bidder in einer Reihe von Dissertationen seiner Schüler (Owsjannikow, Kupffer, Schilling, Metzler) den Axencylinder als den wesentlichsten Theil einer Nervenprimitivfaser anerkannt; er hält z. B. bei Petromyzon die Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks für nichts anderes als nackte Axencylinder; die Fortsätze der grossen Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks ebenfalls nur für nackte Axencylinder, und in seiner neuesten Schrift[15]) erklärt er endlich den Axencylinder jeder Nervenprimitivfaser des Rückenmarks aller Thierklassen für den einzigen wesentlichen Bestandtheil.

Mulder[16]), Donders und Moleschott[17]) hielten den Axencylinder für Fett, doch ohne genügende Gründe; und seit Kölliker das constante Vorkommen des Axencylinders in allen Nerven schärfer als die übrigen Beobachter hervorgehoben (1850—1854), steht wohl jetzt der Axencylinder als ein von fast allen Forschern anerkanntes präformirtes Gebilde einer jeden Nervenprimitivfaser da, so dass Diejenigen, welche den Axencylinder nicht als präformirtes Gebilde bezeichnen, wohl zu den seltenen Ausnahmen gehören. Von den älteren Forschern bleibt daher in neuerer Zeit als Hauptgegner dieser

7) Valentin, Repert. 1841. 97; 1842, 114.

8) Er hat aber doch stets eine grössere Consistenz als die sogenannte Rindensubstanz.

9) Hiermit giebt Valentin gewissermaassen — wenn auch nur für einzelne Fasern, was aber nicht gerechtfertigt ist, — die präformirte Existenz des Axencylinders zu, wenn er auch dessen materielle Eigenschaften anders als Remak und die übrigen Forscher ansieht. 10) R. Wagner, in: Göttinger Anz. 1850. Nr. 4.

11) S. R. Wagner, Neurol. Unters. 1854. p. 85 ff.; die Untersuchungen von Stannius wurden der königl. Societät in Göttingen vorgelegt am 25. April 1850.

12) R. Wagner, Neurol. Unters. 1854. 13) Bidder und Volkmann, Symp. Nerv. l. c. 1842. p. 18.

14) Bidder, 1847, Verh. der Ganglien zu den Nervenf. p. 19. 15) Bidder und Kupffer, 1857, l. c.

16) Mulder, Physiol. Chemie. p. 637 ff. 17) Moleschott, Holländ. Beitr. p. 62.

Annahme nur Henle. anzusehen; seine Gründe werde ich weiter unten anführen und einer genaueren Prüfung unterwerfen. Ausser Henle sind es in neuester Zeit Funke[18]) und Leydig[19]), welche die Existenz des Axencylinders läugnen. Ich werde auch die Annahmen dieser Anatomen weiter unten näher besprechen.

Ich theile nun die jetzt wohl als allgemein gültig betrachtete Anschauung über den Axencylinder mit, und zwar mit den Worten Kölliker's. Kölliker sagt: „Die centrale oder Axenfaser der Nervenröhren (Primitivband oder Primitivschlauch, Remak; Cylinder axis, Purkinje) ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser (bandartig), welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings vom Mark umflossen ist und das Licht gerade eben so bricht, wie diese; dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst, oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils isolirt, als ganz constantes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden, resp. parallelen, hie und da unregelmässigen, blassen Contouren begränzt, und meist überall von gleicher Dicke; hie und da auch stellenweise dicker oder schmäler (p. 285), jedoch nie mit Varicositäten; gebogen, leicht wellenförmig gekrümmt, mit unregelmässiger, selbst zackiger Contour (p. 285); sie zeichnet sich vor dem Nervenmark besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss. Man findet diesen sogenannten Axencylinder ohne Ausnahme in allen Nervenfasern mit Nervenmark, auch in den feinsten, und überall mit denselben Eigenschaften, und entspricht derselbe in seiner Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Dritttheil des Durchmessers der Nervenfasern" [20]). Kölliker[21]) glaubt es durch seine Arbeit festgestellt, „dass der Axencylinder ein integrirender Bestandtheil lebender Nervenröhren ist" [22]). 1) Er findet sich constant in jeder Nervenröhre, tritt, ohne Reagens, beim Zerzupfen aus der Nervenröhre, selbst aus den nahezu feinsten; am leichtesten aus den Nervenfasern der Centraltheile, wo die Scheiden so zart sind. 2) Essigsäure, Alkohol, Aether, in der Kälte, wie gekocht damit, machen den Axencylinder deutlich; ebenso: Chromsäure (Hannover), Sublimat (Purkinje, Czermak); Gallussäure; Jod, allein oder mit Jodwasserstoffwasser (Lehmann); Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure (Lehmann). 3) Der Axencylinder kann an noch warmen Nerven zur Anschauung gebracht werden (d. h. an möglichst frischen), z. B. an den Wurzeln der Hirnnerven eben getödteter Frösche [doch nicht warm also, und schon die Behandlung ist für die Widersacher des Axencylinders Grund genug, solchen als Leichenproduct anzusehen!], die mit Zuckerlösung möglichst schnell untersucht werden [aber Zucker ist ein Reagens, different genug, was auch Kölliker anerkennt]. Kölliker schliesst[23]), „dass auch in frischen Nerven ein Centralgebilde existirt, das nicht nur durch seine chemische Zusammensetzung, sondern auch durch seine Consistenz und Elasticität, so wie durch seine Form von den äusseren Theilen, i. e. der Markscheide, sich unterscheidet. Der Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweis, Humor vitreus zur Anschauung erhalten, scheint mir der naturgemässe zu sein" [wohl der weniger veränderte, als nach Anwendung der stärkereren Reagentien, die ihn »blasser und aufgequollen" machen]. „Das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum, hängt mit ihr zusammen, ohne jedoch mit ihr eins zu sein. Axenfaser und heller Raum in doppelt contourirten Nervenfasern sind keineswegs identisch" [der helle Raum ist oft zugleich durch das (unge-

[18]) Funke, Physiologie. 1855. p. 416. [19]) Leydig, Histologie, 1857.
[20]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl., p. 283. (1. Aufl. p. 265). Mikroskop. Anat. 1850, p. 393. 394.
[21]) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, II. 1. p. 393—404. [22]) Kölliker, ibid. Gewebelehre, p. 285.
[23]) Kölliker, Mikr. Anatomie p. 403. Gewebelehre 2. Aufl. p. 287, 1. Aufl. p. 269.

ronnene, noch durchsichtige) Nervenmark erzeugt; letzteres kann theilweise oder ganz „gerinnen"; die Axenfaser wird nicht immer zu gleicher Zeit wie das Nervenmark „geronnen" oder krümlich erscheinen, obwohl auch nicht „stets als helle Faser" im Centro, wie Kölliker sagt]. Kölliker's Einwurf gegen die Thatsache, „dass im Innern der frischen Nervenröhren die Axenfaser nicht ohne Reagentien sicher zu erkennen ist", besteht darin, „dass dieselbe auch im Innern von Röhren älterer Nervensubstanz nicht zu sehen ist", obgleich solche „alle ohne Ausnahme Axenfasern enthalten, wie die zahlreichen Beispiele von isolirt an ihnen vorkommenden Axenfasern beweisen." Kölliker leitet diese Thatsache daher ab, „dass die Axenfaser das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie der noch flüsssige Theil der Markscheide. Man dürfe daher hier nicht auf die Abwesenheit der Axenfaser schliessen; eben so wenig an frischen Nervenfasern" [24]) [aber in älterer Nervensubstanz ist dieser Inhalt nicht mehr flüssig, und unterscheidet sich durch sein vom Marke verschiedenes Ansehen (Lichtbrechungsvermögen), wie schon Valentin bemerkte, auffallend genug]. Diese Gründe Kölliker's sind allerdings nicht durchaus haltbar, wie ich durch meine kurzen Zwischenbemerkungen angedeutet habe. Kölliker's Arbeiten zur Darlegung des Axencylinders als eines präformirten Gebildes der Nervenprimitivfaser verdienen unsere volle Anerkennung; aber für die Widersacher des Axencylinders können sie noch nicht als jeden Zweifel beseitigend erscheinen. Ob diese Zweifel durch die Ergebnisse meiner Untersuchungen — welche beweisen, dass der Axencylinder in frischen, wie in durch Chromsäure gehärteten Nerven sich im Ganzen gleich verhält, und welche fernerhin darlegen, dass auch alle übrigen, von anderen Forschern am Axencylinder beobachteten Erscheinungen auf ein gleiches Verhalten hindeuten, gewissermassen die Uebereinstimmung, trotz anscheinender grosser Differenzen, aller früheren Untersuchungen documentiren — vermindert oder beseitigt werden, das muss ich dahin gestellt sein lassen.

Ich theile nunmehr, zu genauerer Prüfung der Verschiedenheiten in den Ansichten der genannten Forscher, mit, was die Untersuchung des Axencylinders an frischen Nerven darbietet.

An frischen Nerven erscheint bekanntlich der Axencylinder als ein so überaus zartes und durchsichtiges Gebilde, dass die bisher zur Erforschung seiner feinsten Textur angewandten Hülfsmittel zu wenig genügenden Resultaten geführt haben. So lange der Axencylinder noch in der Primitivfaser selbst enhalten ist, lässt sich von demselben bei mikroskopischer Untersuchung durchaus nichts anderes sagen, als dass er ein durchsichtiges Gebilde darstellt, dessen Existenz sich in der frischen unversehrten Faser selbst nicht einmal mit Sicherheit erkennen lässt. — Erst wenn der Axencylinder durch Druck oder durch Essigsäure oder andere chemische Hülfsmittel theilweise oder ganz aus der betreffenden Strecke der Primitivfaser herausgefördert worden ist, erst dann lässt sich an ihm zuerst eine überaus zarte, durchsichtige, fast überall gleichartig erscheinende überaus fein granulirte Masse erkennen.

Untersucht man aber eine solche hervorgepresste Strecke des Axencylinders mit den höchsten Vergrösserungen, unter Zusatz von reinem Wasser, möglichst genau, so wird man finden, dass dieselbe unebene, zackige Gränzlinien beiderseits, und an vielen Stellen mehr oder weniger lange, überaus feine, oft unmessbar feine Fortsätze oder Elemente zeigt, die einem überaus zarten, durchsichtigen Netz- oder Filz-Gewebe ähnlich, nach beiden Seiten, resp. den verschiedensten Richtungen abgehen. Ausserdem erscheinen in dem Axencylinder dunklere und hellere Punkte in grosser Zahl, grösser und kleiner, dichter oder weniger dicht, durch welche das granulöse Ansehen seiner Masse erzeugt wird. Nicht selten sieht man am Axencylinder eine doppelte Contour beiderseits und zwischen den beiden Linien der Contour einen helleren Raum; doch sind diese Contouren nicht so scharf ausgeprägt, wie die Contouren des sogenannten Nervenmarks; auch sind diese Contouren vielfach unterbrochen; sie bilden

[24]) Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 403. Gewebelehre 1. Aufl. p. 269, 2. Aufl. p. 287.

nicht eine gerade oder ununterbrochene Linie. Die an vielen Punkten der äussersten Contour erscheinenden abgerissenen Filamente sieht man von den verschiedensten Punkten der Oberfläche des Axencylinders ausgehen, und nicht blos von dem Seitenrande desselben. Zuweilen sieht man an einem zerrissenen Stück eines Axencylinders anscheinend einen helleren Central-Theil desselben. In seltenen Fällen sieht man auch an frischen Axencylindern, die sich an einem Ende umgebogen haben, die Querdurchschnittsfläche oder die Schrägdurchschnittsfläche derselben. Dieselbe ist rundlich, obwohl nicht absolut kreisrund; die Peripherie bildet vielmehr eine helle kranzähnliche Schicht, begränzt von einer äusseren und inneren dunkleren doppelten Contour; jede dieser Contouren oder dunklen Linien bildet eine unregelmässige, dem Kreise ähnliche Linie, aber nicht einen geschlossenen Kreis, vielmehr den Abschnitt einer Spirale oder einen offenen Kreis. Das Centrum dieser Querdurchschnittsfläche (innerste Schicht des Axencylinders) erscheint als eine nicht genauer erkennbare Masse von granulirtem Ansehen und dunkler als die äussere Schicht.

An dem durch mechanischen Druck aus einer frischen Nervenprimitivfaser herausgepressten Axencylinder sieht man nächst oder nahe der Stelle, wo er aus dem abgeschnittenen Ende der Hülle hervortritt, mehr oder weniger des sogenannten Nervenmarks um ihn herum, in den bereits oben beschriebenen Formen eines Wulstes, Kranzes oder Kegels, eine grössere oder geringere Menge häutiger oder faseriger Fortsätze, welche den Axencylinder, einem weiten, faltigen Gewande gleich, umhüllen. Diese anscheinenden Falten (resp. Elementarröhrchen) zeigen ganz deutlich die Richtung, in welcher der Druck auf den Axencylinder wirkt, indem sie von letzerem aus nach dem Punkte oder der Richtung hin, von welcher aus der Druck wirkt, spitze Winkel bildend, gerichtet sind.

Der Zusammenhang dieser Fasern mit dem Axencylinder ist unverkennbar. Man erkennt in diesen Fasern die das sogenannte Nervenmark constituirenden Elementarröhrchen, welche von den verschiedensten Punkten des Axencylinders aus gegen die Hülle hin verlaufen, in den verschiedensten Richtungen in dem betreffenden Raume sich erstreckend, vielfach sich kreuzend und verflechtend, oft wellenförmig der Länge nach zu beiden Seiten des Axencylinders in kürzerem oder längerem Raum sich erstreckend, oder quer jenen kreuzend vor oder hinter ihm her, oft mehr oder weniger kreisförmig oder in Form einer Spirale um ihn herum verlaufend. Nicht selten erscheint der Axencylinder von den ihn umgebenden Fasermassen spiralförmig in bestimmten Abtheilungen umsponnen, und letztere bilden gleichsam rosenkranzförmige Verdickungen, welche letzteren in fast gleich langen Absätzen oder Zwischenräumen von Einschnitten unterbrochen sind, die mehr oder weniger tief erscheinen, gleich als ob hier die Primitivfaser wie durch ein um sie geschlungenes Fädchen ein wenig zusammengeschnürt sei, oder als ob von bestimmten Strecken des Axencylinders Elementarröhrchen ausgingen, die nur nach einem bestimmten Lauf in kürzerer oder längerer Strecke sich wieder an den Axencylinder befestigen, und daher nur auch längs einer gewissen Strecke hin durch Druck sich aus ihrer ursprünglichen Richtung ein wenig in die Breite drängen lassen.

Alle diese Erscheinungen sind natürlich weit davon entfernt, eine bestimmte klare Auskunft über den feinsten Bau des Axencylinders zu geben, denn man sieht hier zum Theil nur zerstörte, zerrissene, aus ihrem natürlichen Zusammenhange herausgebrachte Theile. Vergleicht man aber diese Thatsachen mit denen, welche bei der Untersuchung von in Chromsäure gehärteten Präparaten sich ergeben, so wird man in vielen Punkten eine Uebereinstimmung der beiderseitigen Ergebnisse nicht vermissen, wie man denn auch die betreffenden Angaben früherer Forscher damit in Einklang zu bringen im Stande sein wird. Ich betrachte nun im Folgenden den Axencylinder unter verschiedenen Gesichtspunkten, und zwar zuerst in morphologischer und dann in histologischer Beziehung. Was den Axencylinder in morphologischer Hinsicht betrifft, so gehört hierhin zuerst die Betrachtung der von seiner äusseren Oberfläche ausgehenden Fortsätze, oder die Verästelungen des Axencylinders, das granulirte und streifige Aussehen seiner Oberfläche und die Varico itäten desselben; hiernach kommt die

Betrachtung der gröberen Bestandtheile desselben; darauf werde ich die Anschauung über den Axencylinder in histologischer Hinsicht und über dessen Vorkommen im Allgemeinen folgen lassen.

1. Die Verästelungen des Axencylinders betreffend.

Die Verästelungen des Axencylinders oder die Fortsätze, in Form der feinen und feinsten Elementarröhrchen, welche von dem Axencylinder aus zu dem sogenannten Nervenmark, und durch dieses hindurch bis zur Peripherie der Primitivfaser, resp. Hülle oder Scheide, gehen, lassen sich sowohl an frischen Nervenprimitivfasern, wie an den in Chromsäure gehärteten, bei den stärkeren Vergrösserungen erkennen, wie bereits oben bemerkt ist, und der erste Beobachter des Axencylinders, Fontana, sah solche und bildete sie ab, jedoch ohne sie richtig zu deuten.

An isolirten Axencylindern hatte Fontana [25]) bereits, bei Anwendung einer 700-maligen linearen Vergrösserung, die Entdeckung gemacht, „dass die Wände der ursprünglichen Nervencylinder" (Axencylinder und Mark der heutigen Autoren) „ganz knotig und voller Ungleichheiten waren." Fontana sagt nichts Genaueres über diese Knoten; aber seine (freilich noch rohen) Abbildungen deuten deutlich auf das bereits oben von mir über die Oberfläche des Axencylinders Gesagte hin. Die hellen Punkte in Fig. 2. 3. 5 u. 6 sind nichts anders als die Querdurchschnittsflächen der vom Axencylinder abgerissenen Elementarröhrchen, welche in das Nervenmark oder zu der Nervenhülle treten; die Röhren- oder Fasernetz-artigen Gebilde in Fig. 4. 7. 8. 9 sind als Elementarröhrchen des Nervenmarks und jener Theile der äussersten Hülle der Nervenfaser zu deuten, welche mit dem Axencylinder in Verbindung stehen. Diese letztere selbst hatte zwar Fontana nicht genügend oder nicht sicher erkannt, er bildete nur die Contiguität dieser Theile ab, und konnte nicht, wie ich gethan, deren Continuität nachweisen. Er bildet das Nervenmark ab als eine filzartige Masse von Fasern, die um den (von Fontana als mit glatter Oberfläche versehen betrachteten und abgebildeten) Axencylinder herumgelagert sind.

Auch das, was Rosenthal und Valentin als mehr oder weniger spiralig das Nervenrohr umgebende Faserformation ansehen, scheint mit unter die Categorie der Ausläufer des Axencylinders zu gehören. Valentin [26]) beschreibt dies 1842 in folgender Weise: „Bei ganz frischen Nerven und unter sehr starker Vergrösserung bemerkt man bisweilen in ihr (der blassen Scheide der Nervenprimitivfaser) einander schief durchkreuzende und wahrscheinlich längs des Rohres in einander kreuzenden Spiralen emporsteigende Faserlinien, die jedoch sonst nicht sichtbar sind." Valentin glaubt diese Fasern nur der Scheide zutheilen zu müssen. Indessen meinen Untersuchungen zufolge muss ich diese Elemente ebensowohl dem Nervenmark zuerkennen, und ihren Zusammenhang mit dem Axencylinder behaupten, resp. dieselben zum Theil als Verästelungen des Axencylinders betrachten. Wenn die genannten Gebilde bei 700—900-facher Vergrösserung untersucht werden, so schwindet der Zweifel über den Zusammenhang jener Theile und über den Raum, in welchem jene Elemente verlaufen.

Verästelungen der Axenschläuche sah auch schon Remak [27]) in den grauen sympathischen Nerven der Säugethiere. Auch Czermak hat im Acusticus des Störs aus sich theilenden Nervenprimitivfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. [28])

In neuester Zeit sahen endlich auch Bidder und Kupffer [29]) die Axencylinder markloser Nervenfasern mitunter sich „gabelförmig theilen."

Diese wenigen Mittheilungen erscheinen zwar nicht überzeugend, indessen mögen sie, in Verbindung mit dem Folgenden, immerhin als ein kleiner Theil der von mir zu bringenden Nachweise

[25]) Fontana, l. c. p. 369. [26]) Valentin, Artikel „Gewebe" in R. Wagner's Handwörterb. I. p. 689.
[27]) Remak, in: Berliner Monatsberichte, l. c. 12. Mai 1853.
[28]) Kölliker, Gewebel. 2. Aufl. p. 286, 1. Aufl. p. 268. [29]) Bidder und Kupffer, l. c. 1857, p. 26.

betrachtet werden, dass auch die Anschauungen, welche frühere Forscher bereits vom Axencylinder in einzelnen Fällen hatten, sich mit der Deutung, welche ich den betreffenden Gebilden gegeben habe, in Harmonie bringen lässt.

2. Die granulöse und streifige Beschaffenheit der Oberfläche des Axencylinders betreffend.

Der erste Beobachter, welcher die rauhe, granulirte Beschaffenheit der Oberfläche des Axencylinders sah, obwohl nicht genügend erkannte, war Fontana, wie aus den oben mitgetheilten Bemerkungen desselben hervorgeht. Nach Fontana war es Remak, welcher das granulöse Ansehen des Axencylinders als „seitliche Knoten, die ziemlich gross und länglich waren", sah [30]). Auch einige Zeit nachher, nach vielfach wiederholten und sorgfältigen Untersuchungen, 1838, nennt Remak [31]) die Oberfläche des Axencylinders „paullulum aspera." Auch an der ersten Abbildung der colossalen Nervenfasern der Medulla spinalis bei Petromyzon marinus, welche Johannes Müller 1837 gab [32]), zeichnet derselbe, bei 450-maliger Vergrösserung, deutlich das granulöse Ansehen des Axencylinders, dessen unebene oder höckerige Oberfläche; die Fortsätze desselben konnte Müller freilich bei dieser Vergrösserung nicht sehen. Müller beschreibt aber diese Fasern als „bandartige, durchaus platte Fäden, von der Breite der cylindrischen Nervenfasern des Ochsen, ... blass, ohne deutliche Unterscheidung von Inhalt und Röhre, ... behalten überall durchaus parallele Ränder ohne Ausbuchtungen und Anschwellungen und ohne erkennbare weitere Structur" [33]). Es scheint hiernach, dass Müller den Axencylinder für die ganze Faser genommen hat; in der Abbildung aber ist die Faser als blasse Umgebung um den dunklen Axencylinder gezeichnet, und die Zeichnung ist richtiger oder genauer als die Beschreibung, welche damals Müller gab. Die fein granulirte Masse auf der Oberfläche des Axencylinders sahen auch Purkinje und Rosenthal [34]); die Körnchen dieser Masse fanden sie gleich der an Ganglienkugeln haftenden Punktmasse. Das „fein granulirte oder fein streifige Ansehen des frischen Axencylinders" sah auch Kölliker [35]).

Es mögen auch diese wenigen Mittheilungen genügen, um darauf hinzudeuten, dass die Anschauung der äusseren Oberfläche des Axencylinders als eine glatte auch durch die Beobachtungen anderer Forscher nicht gerechtfertigt wird.

3. Die Varicositäten des Axencylinders betreffend.

Dass der Axencylinder nicht an allen Stellen seines Verlaufs von gleicher Dicke, sondern bald schmäler, bald breiter ist, haben auch andere Beobachter vor mir wahrgenommen. So führt, um nur einen zu nennen, Henle [36]) an, dass der Durchmesser des Axencylinders „veränderlich" ist. Ferner sagt er pag. 627: „Der Cylinder axis ist nicht immer so regelmässig, wie er sich an ausgesuchten Exemplaren darstellt; bald sieht man ihn stellenweise angeschwollen, bald sehr verdünnt, oft ganz unterbrochen, nur aus einer Reihe länglicher Tropfen bestehend, die nach dem Ausfliessen Kugelgestalt annehmen (Tab. IV. G. c.). Oft reicht die geronnene Substanz weit über die Mitte des Nervenrohrs, der centrale Streifen ist dann ganz unregelmässig, ausgezackt, den Contouren der geronnenen Substanz entsprechend." Henle beschreibt hier auf das Treueste, was man eben bei 400-facher Vergrösserung an frischen Nervenfasern sehen kann. Dass er die einzelnen Fragmente eines durch mechanische Einwirkungen bei der Präparation zerrissenen Axencylinders für Tropfen hält, ist gleichfalls Folge zu schwacher Vergrösserung, bei welcher die Querdurchschnittsfläche oder ein Fragment dieses Gebildes gleich einem Tropfen heller Flüssigkeit erscheint. Wenn die ausgezackten

[30]) Remak, 1837, Froriep's Notizen, 40. [31]) Remak, Obs. anat. 1838. p. 1. §. 2.

[32]) Abhandl. der königl. Akad. d. Wissensch. in Berlin. Berlin 1839. Gehörorgane der Cyclostomen. Tab. III. Fig. 2.

[33]) Müller, vergleich. Neurol. der Myxinoiden, in: Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. von 1838. Berlin 1839. p. 207.

[34]) Rosenthal, de format. granul., p. 16. 17. 1839. [35]) Kölliker, Gew. 1855. p. 282. [36]) Henle, Allg. Anat. p. 626.

Stellen des Axencylinders bei 700-facher Vergrösserung untersucht werden, so findet man das (1856. l. c. Fig. 24) von mir skizzirte Verhalten desselben. Verdünnungen seines Durchmessers oder umgekehrt varicöse Anschwellungen des Axencylinders beobachtete auch Valentin [37]). Dass der Axencylinder an den Varicositäten der Nervenfasern keinen Antheil habe, behauptet Hannover [38]); er giebt aber kurz vorher zu, dass der Axencylinder verschiedene Dimensionen an verschiedenen Stellen seines Verlaufs habe („souvent il a l'extrémité plus large"). Varicöse Axencylinder sah auch Czermak [39]). Varicöse Axenschläuche sah ferner Remak in Verbindung mit den multipolaren Nervenzellen der macula lutea und in der Retina an deren ganzen Innenfläche [40]). Auch in den grauen sympathischen Nerven der Säugethiere sah Remak ein Gleiches. Auch Corti u. A. sahen varicöse Axencylinder; jedoch halte ich eine genauere Anführung aller dieser Mittheilungen für überflüssig. Die hie und da unregelmässigen Contouren des Axencylinders bezeichnet auch Kölliker [41]); eben so, dass er stellenweise dicker und schmaler sei [42]); jedoch läugnet er (p. 288) wirkliche Varicositäten; die varicösen Opticus-Fasern der Retina zählt er nicht, wie Remak, zu den Axenschläuchen. Kölliker scheint mir aber hier in einen Widerspruch mit sich zu gerathen, indem er (p. 283) die Fortsätze der Nervenzellen als „marklose Nervenröhren" bezeichnet; auch p. 288; hier ist doch, wenn Varicositäten daran vorkommen, nicht anzunehmen, dass solche allein durch die Hülle gebildet seien. Uebrigens stimme ich Kölliker'n darin ganz bei, dass „der Inhalt der Nervenzellen eben so wenig als die blassen Fasern" ohne Weiteres mit den Axencylindern zu identificiren seien. Varicositäten der Axencylinder sahen auch endlich in neuester Zeit Bidder und Kupffer [43]). Sie sagen: „Manchmal haben auch die nackten Axencylinder bauchig verbreiterte Stellen und bekommen dadurch, obgleich nur ausnahmsweise, ein varicöses Ansehen." Diejenigen Forscher, welche, wie z. B. Jacubowitsch (l. c.), auch noch in neuester Zeit behaupten, dass der Axencylinder seinen Durchmesser nie verändere, schliessen daher offenbar aus ungenügenden Beobachtungen.

4. Die gröberen Bestandtheile des Axencylinders betreffend.

Dass der Axencylinder aus mehreren Schichten, Röhren, Schläuchen oder Cylindern besteht, nicht eine einfache, gleichmässige, granulirte, structurlose Masse ist, sieht man ebenfalls an frischen Axencylindern, obwohl nicht so genau wie auf Querabschnitten von in Chromsäure gehärteten Nervenfasern. Und die oben bei der Untersuchung frischer Axencylinder von mir angeführten Thatsachen sind auch, obwohl nicht in ganz gleicher, jedoch ähnlicher Weise, bereits von anderen Forschern gesehen worden.

Dass der Axencylinder ein Schlauch sei, welcher eine Flüssigkeit enthalte, hatte bereits Fontana behauptet. Er sagt [44]) von einem Axencylinder, den er durch Zerreissen des Nervenbündels mit feinen scharfen Nadeln isolirt hatte: „ungefähr die Hälfte dieses Cylinders (Axencylinder) bestand aus einem durchsichtigen und gleichförmigen Faden, und die andere Hälfte war fast doppelt so dick, nicht so durchsichtig, ungleich höckericht. Ich vermuthete jetzt, dass der ursprüngliche Nervencylinder aus einem durchsichtigen Cylinder bestünde, der kleiner, gleichförmiger und mit einer anderen Substanz, vielleicht von zellenhäutiger Natur, bedeckt wäre. Die Beobachtungen, die ich seit der Zeit machte, bestätigten mich immer mehr in dieser Hypothese, welche endlich eine ausgemachte Wahrheit wurde. Ich habe in vielen Fällen diese beiden Theile gesehen, welche den ursprünglichen Nervencylinder ausmachen. Der eine ist ganz auswärts, ungleich und höcke-

[37]) Valentin, in: R. Wagner's Handwörterb. I. l. c. p. 690. 1842. [38]) Hannover, recherches, p. 30.
[39]) Czermak, in Müller's Archiv, 1848. Heft 3, p. 252, Tab. IV. V, über die Hautnerven des Frosches.
[40]) Remak, in Monatsber. der Berl. Akad., 12. Mai 1853. [41]) Kölliker, Gewebelehre. 1855. p. 282. 283.
[42]) Kölliker, Gewebel. p. 285, Fig. 139, 5. [43]) Bidder u. Kupffer, 1857. l. c. p. 26. [44]) Fontana, l. c. p. 369.

richt, der andere ist ein Cylinder, der aus einer besonderen, durchsichtigen homogenen Haut gebildet zu sein scheint, welche mit einer gallertartigen Feuchtigkeit, die eine gewisse Consistenz hat, angefüllt ist" (p. 370). Dass die Axencylinder aus einer einfachen mit einer Gallerte angefüllten Haut bestehen, hatte Fontana an einer andern Stelle ausgesprochen. Er sagt [45]): „Der Nerv wird durch eine grosse Anzahl durchsichtiger, homogener, gleichförmiger, sehr einfacher Cylinder gebildet. Diese Cylinder scheinen von einer sehr feinen, einförmigen (gleichförmigen) Haut gebildet zu sein, die, so viel das Auge davon urtheilen kann, mit einer durchsichtigen, gallertartigen, in Wasser unauflöslichen Substanz angefüllt ist. Ein jeder dieser Cylinder bekommt eine Hülle in Gestalt einer äusseren Scheide, welche aus einer unzähligen Menge geschlängelter Fäden zusammengesetzt ist. Eine sehr grosse Anzahl durchsichtiger Cylinder machen zusammen einen sehr kleinen, kaum sichtbaren Nerven aus, der den Anschein von weissen Streifen bildet." Fontana's Darstellung des Axencylinders ist also von der meinigen durchaus verschieden. Fontana kannte nicht die drei verschiedenen Schläuche, aus welchen nach meinen Beobachtungen der Axencylinder besteht. Sicherlich sah Fontana Vieles richtig, obwohl nicht Alles, was ich im Vorigen beschrieben. Er hält (die innere, zweite Schicht) den Axencylinder für einen Cylinder mit glatter Oberfläche; in der Wirklichkeit ist das aber nicht der Fall; die verschiedenen Schichten, centrale, mittlere und äussere Schicht kannte Fontana nicht, und konnte sie auch nicht wohl kennen lernen, weil er nur an frischen Nerven untersuchte, welche zur Erkenntniss dieser Theile allein nicht passend genug sind; daher er diese Schläuche für den gallertigen Inhalt des Axenschlauchs hält. Auch wusste Fontana nicht, dass die im „Nervenmarke" enthaltenen Elementarröhrchen als die unmittelbaren Ausläufer der drei verschiedenen Schläuche des Axencylinders anzusehen sind, resp. mit den Röhrchen dieser Theile des Axencylinders in unmittelbarer Continuität stehen. Er nahm blos die Contiguität beider an, wie ich bereits oben angegeben habe.

Hannover [46]) stellt die Behauptung als sehr wahrscheinlich auf, dass der Axencylinder ein hohles Gebilde sei. Er sah dessen Doppelcontour, die Verbreiterung und Verschmälerung an verschiedenen Stellen, eine Bifurcation an einer Stelle, eine Unterbrechung in der Continuität der inneren Contour u. s. w., wovon er eine wohl nur halb schematische Darstellung giebt. Remak hielt bekanntlich früher den Axencylinder für ein plattes Band; eine Anschauung, welche dadurch erklärlich wird, dass der Axencylinder, wenn er durch Compression einer Primitivfaser aus letzterer hervortritt, durch die Compression selbst nothwendig mehr oder weniger abgeplattet werden muss. Remak unterschied früher nicht die Wirkung seiner Untersuchungsmethode von dem natürlichen Zustande des Axencylinders innerhalb der nicht comprimirten Nervenprimitivfaser. Dieser Forscher ist aber in neuerer Zeit von seiner früheren Anschauung zurückgekommen, und hält auch den Axencylinder bei den Wirbelthieren für einen Schlauch, und nennt ihn deshalb „Axenschlauch" [47]).

Dass der Axencylinder ein hohles Gebilde sei, fand auch schon Henle nicht ohne Wahrscheinlichkeit. Er sagt [48]): „an gedehnten und noch nicht geronnenen Nerven formt sich häufig das Mark zu einzelnen ovalen, perlschnurförmig aneinander gereihten Kügelchen, die durch ganz dünne Striche zusammenhängen. Dies wäre nicht möglich, wenn das Mark einen soliden Cylinder einschlösse. Tritt durch einen Riss an der Seite ein Theil des Markes aus, so erstreckt sich oft auch ein Divertikel des centralen Streifens in die ausgetretene Substanz hinein (Tab. IV., Fig. 5. G), das sich allmälig verlängert, oft auch an der Spitze in einzelne Kügelchen zerfällt; ein sicherer Beweis,

[45]) Fontana, l. c. p. 371.

[46]) Dass der Axencylinder hohl sei, hatte auch Hannover (recherches, p. 29. 30) ausgesprochen: „L'axe cylindrique a souvent l'extrémité plus large ou fendue et quelquefois des fentes dans son milieu, ce qui fait voir aussi, que c'est un tuyau."

[47]) Remak, im Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden, 1853, p. 182.

[48]) Henle, Allgem. Anat. p. 627.

dass der Cylinder axis in diesem Falle flüssig ist." Diese Mittheilungen enthalten zwar keine schlagenden Gründe, und Henle fühlt dies selbst, indem er fortfährt: „Zwar könnte man annehmen, dass auch er (der Axencylinder) aus einer Hülle und einem eingeschlossenen Fluidum bestehe und dass in dem eben angeführten Falle zugleich mit der Hülle der Nervenfaser auch die Hülle des Axencylinders reisse; allein wenn dieser isolirt aus der Nervenröhre hervortritt, so ist er an seinem Ende durch denselben dunklen Contour begränzt, wie an den Seiten, nie sieht man an dem Schnittende etwas austreten." Henle führt hier Gründe und Gegengründe auf, so weit sie eben die relativ ungenügenden Hülfsmittel der Untersuchung gestatteten. Bei 700-facher Vergrösserung erscheint aber die Contour und das Parenchym des Axencylinders in andrer Weise.

Auch diese Bemerkungen, so unvollkommen und unvollständig sie sind, weisen doch darauf hin, dass die hohle Beschaffenheit des Axencylinders, resp. seine Zusammensetzung aus mehreren Röhren, Schläuchen oder cylinderartigen, jedoch theilweise hohlen Gebilden, schon von früheren Forschern zum Theil gesehen und geahnt, obwohl nicht genauer erkannt worden ist. Durch die Untersuchungen, welche ich oben mitgetheilt, insbesondere an Querabschnitten der grossen Müller'schen Fasern im Rückenmark des Petromyzon, erheben sich jene fragmentarischen Mittheilungen zur Evidenz, und finden in jenen ihre Erklärung.

5. Die Elemente des Axencylinders betreffend.

In Bezug auf diesen Punkt habe ich nur sehr wenige Bemerkungen meiner Vorgänger anzuführen. Begreiflicher Weise erstreckten sich die Forschungen nicht oder kaum auf die Elementar-Structur eines Gebildes, dessen Existenz selbst noch nicht einmal in lebenden Nerven als ein präformirtes Gebilde sicher gestellt war. Vor allen hat Remak einige Mittheilungen hierüber gemacht. Die Elemente des Axencylinders hielt Remak 1837 schon bei seinen ersten Untersuchungen für sehr feine Fasern[49]), und 1838[50]) sagt Remak: „Plerumque haec fibra ita apparet ut ex multis tenuissimis fibris, in decursu suo saepe nodulatis, sibi parallelis, composita esse videatur." Dass hier Remak die auf dem Axencylinder aufsitzenden Fragmente der Elementarröhrchen des Nervenmarks sah, ist mir wahrscheinlich. Indessen es waren auch andere Gründe, welche Remak zu seiner Annahme bestimmten, insbesondere das Spalten des Axencylinders in 2—3 Fasern[51]), das Erscheinen des Axencylinders in Form von Spiralfedern, die sich abzuwickeln in Begriff sind, wie Remak sah[52]). Remak fand den Axencylinder des Flusskrebses aus vielen feinen Fäden zusammengesetzt[53]). Remak untersuchte bei einer 250-fachen Vergrösserung und fertigte bei einer solchen, wie er[54]) angiebt, die Zeichnung. Ich muss auch hier bemerken, dass diese Vergrösserung zu gering ist, um die vielfachen Verbindungen, in welchen der Axencylinder mit dem Marke und der Hülle steht, erkennen zu lassen, und dass nur durch diese zu schwache Vergrösserung anscheinend parallele Fibrillen erkannt wurden, wo ein viel complicirteres Gewebe vorhanden ist. Remak fand an der dünnen Wand des Axenschlauchs bei Wirbelthieren[55]) eine regelmässige Längsfaserung, konnte aber in dem Canale des Schlauchs keine Fasern bemerken. —

Die späteren Forscher haben das Gewebe des Axencylinders als eine feinkörnige Masse betrachtet, so z. B. Stannius 1850[56]) als „identisch mit der, den Kern eines bipolaren Ganglienkörpers umhüllenden, feinkörnigen Ganglienmasse", und viele Andere, Wagner, Kölliker z. B., wie ich später noch genauer bei den Nervenzellenfortsätzen angeben werde. Auch in den Arbeiten der neuesten Forscher findet sich nichts Genaueres über die Elemente oder über das Gewebe des Axen-

[49]) Remak, in: Froriep's Notizen. 1837. III. Bd. [50]) Remak, Observat. anat. p. 2. Note 2.
[51]) Remak, in: Froriep's Notizen. 1837. III. Bd. [52]) Remak, in: Froriep's Notizen. ibid.
[53]) Remak, in: Müller's Archiv, 1844.
[54]) Remak, l. c. p. 468. [55]) Remak, 1853, l. c. [56]) S. Rud. Wagner's Neurol. Untersuch. p. 89.

cylinders angegeben, weil sie mit ungenügenden Mitteln untersuchten. In Bezug auf die Beschaffenheit des Axencylinders der Nervenprimitivfasern beim Frosch [57]), so will Kupffer im Axencylinder keine Spur von Fasern gefunden haben: „axis cylindrus friabilis, vel leviore pressu exhibito vel trahendo disjunctus, nullo fibrillarum vestigio oblato, finem rupturae laevem ostendit . . . admodum est elasticus, ita ut, si discideris, partes separatae conspicuum in modum recedant . . ."

Bei starken Vergrösserungen und passender Präparation sieht man aber die Elementarröhrchen des Axencylinders; das Auseinanderweichen der Schnittenden durch Elasticität ist aber, meiner Erfahrung nach, nicht nachzuweisen.

In ihrer gemeinschaftlichen neuesten Arbeit [58]) beschreiben Bidder und Kupffer den Axencylinder ebenfalls nur als die „helle, mitunter getrübte, oder selbst gelblich gefärbte Mitte." Die Axencylinder oder marklosen blassen Nervenfasern werden ferner von Bidder und Kupffer beschrieben (p. 26) als: „helle durchscheinende, etwas abgeplattete, bandartige, von zarten, aber scharf ausgeprägten, und ziemlich parallelen Gränzlinien eingeschlossene, meist in gerader Richtung verlaufende Fäden, die mitunter gabelförmig sich theilen, ohne hierdurch in ihrem Durchmesser verkleinert zu werden. Ihre Breite ist — abgesehen von den Petromyzen — nicht leicht über 0,0004″ par. und nicht unter 0,00012″.

Diese Beschreibung passt auf Axencylinder, welche bei 300-, höchstens 450-facher Vergrösserung untersucht werden. Wendet man eine 7—900-fache Vergrösserung an, so ergeben sich ganz andere Resultate. Sie erscheinen dann aus mehreren Theilen zusammengesetzt, nichts weniger als platt, ihre Gränzlinien nicht parallel, und nicht als scharfe Linien ausgeprägt, sondern häufig genug verästelt.

6. Die Existenz des Axencylinders im Allgemeinen betreffend.

Es ist zwar im Vorausgegangenen bemerkt worden, dass nur wenige Forscher jetzt noch den Axencylinder als präformirtes Gebilde läugnen. Da aber diese Forscher in der ersten Reihe der heutigen Anatomen stehen, so scheint es mir nothwendig, deren Gründe gegen die Existenz des Axencylinders genauer zu betrachten. Es sind dies vor allen die von Valentin und Henle dargelegten. Die von Valentin gegen einen präformirten Axencylinder gebrachten Gründe sind oben von mir besprochen worden. Daher nur Henle's Ansicht genauer zu besprechen übrig ist. Henle drückt sich 1841 in seiner Allgemeinen Anatomie zweifelhaft, 1844 in dem Canstatt-Eisenmann'schen Jahresbericht entschieden gegen die präformirte Existenz des Axencylinders aus. Und auch 1850 bringt Henle noch neue Gründe für seine Zweifel. Ich betrachte die letzteren Mittheilungen dieses Forschers genauer und übergehe dessen frühere Anschauungen. Henle erklärte sich damals für die Ansicht, dass das als Axencylinder bezeichnete Gebilde eine flüssige Substanz sei — „weil in völlig zerstörter und zerriebener Nervensubstanz sich aus dem zusammengeflossenen Contentum verschiedener Röhren unter vielen unregelmässigen Klumpen auch runde, rundliche, kolbige und cylindrische Massen bilden, in welchen allen eine äussere, durch eine doppelte Contour begränzte grob- oder feinkörnige Substanz, vom Ansehen des geronnenen Nervenmarks, eine wasserhelle, zähe Flüssigkeit mit den Charakteren des centralen Streifens einschliesst, welche meist die Form des ganzen Stücks genau wiederholt." — Es fehlt dieser Ansicht der Beweis; denn dass jene Stücke aus „zusammengeflossenem Contentum verschiedener Röhren" sich gebildet hätten, das eben ist nur Vermuthung und nicht streng bewiesen. Jene Stücke sind entweder eben Fragmente einzelner Röhren, oder, wenn die Röhrenfragmente bedeutend breiter sind, als die breitesten Primitivfasern in den zerriebenen Nerven (N. opticus), so kann man eines Theils eine Abplattung (durch das Zerreiben) und eine Verbreiterung der einzelnen Faserfragmente annehmen;

57) Kupffer, 1854. l. c. p. 21. 58) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 37.

andern Theils aber, wenn man wirklich zugeben wollte, dass jene Theile aus zusammengeflossenem Nerveninhalt sich gebildet hätten, müsste man von allen diesen Schein-Faserfragmenten — wenn man Henle's Deduction als beweisend betrachten wollte — das Gelingen des einen Experiments fordern: dass bei angebrachtem Druck das scheinbare Mark und der scheinbare Axencylinder sich eben so verhielten, wie in frischen, unversehrten Nervenfasern, d. h. bei darauf angebrachtem Drucke aus jenen hervorquelle. Von einem solchen Experimente berichtet aber Henle nichts, und würde es angestellt, so würde das negative Resultat wohl unzweifelhaft sein. Henle's [59]) Misstrauen gegen den Axencylinder ist auch noch 1850 von diesem Forscher vielleicht auf die entschiedenste Weise hervorgehoben worden. Er sagt [60]): „dass bei Injectionen, wenn der Farbstoff nicht über die feineren Arterien hinausgeht, doch das Fett der Injectionsmasse die feinsten Capillarien füllt, wodurch sie Nervenröhren täuschend ähnlich werden können....“ Von einem so injicirten Hautstück (mit Talg, Wachs und Terpentin) brachte Henle „feine Scheiben zwischen zwei Gläsern unter das Mikroskop; ein mässiger Druck reichte hin, das Fett aus den durchschnittenen Gefässen theils in Tropfen, theils in langen Kränzen hervorquellen zu machen, die gleich dem Inhalt der Nervenröhren sich aneinander vorüberschoben, ohne zusammenzufliessen, sich bogen- und spiralförmig kräuselten, wenn die Spitze des Fadens irgendwo aufgehalten wurde, und dann wieder, so wie die letztere frei wurde, elastisch hervorschnellten, oder auch, wenn sie künstlich gedehnt waren, sich in wellenförmigen Biegungen wieder zurückzogen. Die Tropfen zeigten doppelte und oft mehrfache concentrische Contouren, von welchen die inneren dunklen einen hellen Raum, einem Axencylinder täuschend ähnlich, einschlossen. Einige Male habe ich auch diese hellere Axe in einen blassen dünnen Faden sich fortsetzen sehen.“ Aber auch diese Beobachtungen Henle's scheinen mir eben so wenig gegen die Beständigkeit des Axencylinders in der Nervenfaser etwas zu beweisen, als dessen oben mitgetheilte und besprochene Gründe vom Zusammenfliessen des Nerveninhalts. — Das Verhalten der Wachscylinder kann dem der Axencylinder in allen Erscheinungen, welche ein auf beide angebrachter Druck bedingt, als gleich zugegeben werden. Das kann auf die Deutung ihrer anatomischen feinsten Beschaffenheit aber keine Beziehung haben. Auch die doppelten Contouren der „Tropfen“ der Injectionsmasse beweisen nichts anders, als dass Tropfen gewisser öliger Flüssigkeiten [61]), oder sehr verschiedenartiger öliger Flüssigkeiten, oder halbflüssiger Fette, unter dem Mikroskop doppelte Contouren haben. Wenn aber Henle den hellen Raum, welchen die dunklen Contouren der betreffenden Tropfen einschliessen, für „einem Axencylinder täuschend ähnlich“ hält, so ist hiergegen zu bemerken, dass dieser Vergleich nicht zugelassen werden kann. Denn in einem Tropfen der ausgepressten öligen Nervenflüssigkeit kann man niemals und kann Niemand einen Axencylinder finden, weil eben darin keiner enthalten ist. Dieser Grund Henle's fällt also. Wenn nun Henle diese hellere Axe (des Tropfens) „einige Male in einen dünnen blassen Faden sich fortsetzen“ sah, so beobachtete Henle den Theil eines durch Druck in einen Faden verlängerten Tropfens, an welchem die dunklen Contouren des Tropfens nothwendig auch in die des Fadens übergehen, und wobei nothwendig auch am „Faden“ die Contouren einen helleren Zwischenraum begränzen oder einschliessen mussten. Aber die Contouren dieses Fadens beschreibt Henle nicht als Doppelcontouren, wie wir solche an Nervenfasern gewahren; diesen „Faden“ beschreibt Henle — so muss man schliessen — als ähnlich einer Primitivfaser mit einfacher Contour und hellerem Raume zwischen beiden.

[59]) Henle, Allgem. Anat., p. 627. 628.

[60]) Henle, in: Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für 1850, p. 45.

[61]) Dass aber wirkliches Oel sich unter dem Mikroskop anders verhält wie Nervenmark, bemerkt schon Ehrenberg. Er sagt, l. c. p. 708, Note: „Um die so grosse Unähnlichkeit dieser sphärischen Hirnröhrenfragmente deutlich zu sehen, darf man nur gleichzeitig ein wirkliches Oeltröpfchen betrachten. Das hat keine doppelten Ränder.“ Ein Gleiches wiederholt Ehrenberg p. 714.

Diese Erscheinung wäre die einer Primitivfaser feinster oder feiner Gattung, und nicht die eines Axencylinders. Wenn nun Henle aus einem solchen Faden durch Druck das Hervortreten eines eben so geformten Theils hätte bewirken können, wie wir aus Stücken frischer Nervenprimitivfasern das Hervortreten des Axencylinders bewirken können, — alsdann hätte Henle eine Basis für seinen Vergleich. Da jenes aber nicht möglich, und auch von Henle nicht einmal besprochen wird, so fehlt seinem Vergleich die Grundlage. Daher auch dieser Vergleich nicht zugelassen werden kann, und nichts beweist; sonst müsste jeder feine fadenartige Körper, der unter dem Mikroskop zwei dunkle Seitenränder und eine hellere Mitte zeigt, jedes Haar u. dgl., einer Nervenfaser gleich oder als mit einer solchen leicht verwechselbar erscheinen. Was Henle oben über die Aehnlichkeit feinster, mit farbloser Wachsmasse injicirter, Capillargefässe mit Nervenprimitivfasern sagt, ist etwas ganz Anderes. Die Gefässwandungen bilden hier ähnliche dunkle Seitenränder, die Injectionsmasse den mittleren hellen Raum (Axencylinder), wie in den Nervenprimitivfasern; aber selbst zugegeben, dass feine Talg- oder Wachscylinder unter dem Mikroskop bei einer gewissen Vergrösserung Aehnlichkeit mit einer Nervenprimitivfaser haben, niemals wird hieraus ein Beweis gegen die Beständigkeit des Axencylinders zu ziehen sein. Aus einem durch einen Wachscylinder erfüllten Gefässe wird man nie eine dem Nervenmark ähnliche Masse sammt dessen centralem Schlauch oder Cylinder durch Druck hervortreiben können, wie aus einer Nervenprimitivfaser; sondern man treibt einfach nur einen gleichmässigen Wachscylinder oder Talgcylinder hervor.

Auch Drummond's Beobachtung doppelter Contouren [62]) an dem durch Alkohol extrahirten und nach Verdunstung des Alkohols gefällten Hirnfett, Contouren, ganz gleich denen des frischen Nervenmarks, — beweist nichts anders, als dass gewisse ölige oder fettige Substanzen unter dem Mikroskop die Doppelcontour zeigen, — beweist aber nichts gegen die Präexistenz des Axencylinders, der ja, wie auch Kölliker [63]) und viele Andere bemerken, zwischen den Doppelcontouren enthalten ist, oder innerhalb des von den Doppelcontouren begränzten Raumes des Nervenmarks. Wenn Drummond nachgewiesen hätte, oder wenn (was aber nicht der Fall ist) es nachweisbar wäre, dass das durch Alkohol extrahirte und nachher gefällte Hirnfett — in seiner äusseren Form den Nervenfaser-Fragmenten gleich (grösseren oder kleineren), — nach Benetzung mit Wasser und Bedeckung mit einem Glasplättchen und nach darauf angebrachtem Druck sich ganz so verhielte, wie ein entsprechend langes Fragment einer wirklichen Nervenprimitivfaser, d. h. wenn jenes Hirnfettfragment aus dem einen oder dem andern Ende den Axencylinder nebst dem Nervenmark heraustreten liesse —, resp. Gebilde oder Theile des Hirnfetts, welche ganz die äussere Form jener Fragmente des Axencylinders und Nervenmarks zeigten, hervorgepresst werden könnten, — alsdann würden Henle's und Drummond's Angaben eher als Beweis für die Nicht-Präexistenz des Axencylinders angesehen werden können. Aber — jene Tropfen von Hirnfett lassen durch Druck eben so wenig ein dem Axencylinder ähnliches Gebilde aus sich herausdrängen, als die Fettcylinder Henle's dem durch Druck, auf eine wirkliche Nervenfaser angebracht, aus letzterer hervorquellenden Nervenmark sammt Axencylinder gleichen. Und wenn endlich Henle's Talgcylinder und Drummond's Fragmente gefällten Hirnfetts in ihrer äusseren Erscheinung bei den schwachen Vergrösserungen (3—400 linear) sich von dem Verhalten der Nervenprimitivfasern auch durch nichts unterschieden, so würden doch die stärkeren Vergrösserungen eine so entscheidende Verschiedenheit beider ergeben, dass die Möglichkeit einer Verwechselung dieser Theile auch wohl von Henle nicht mehr statuirt werden dürfte. Im Hirnfett wird man eben so wenig die Elementarröhrchen des Nervenmarks, die verschiedenen Schichten des Axencylinders, seine Ausläufer u. s. w. finden können, als in den Talgcylindern. [64])

62) Drummond, in: Edinb. monthly Journ. June 1852, p. 573. 63) Kölliker, Gewebel. 1. Aufl. p. 270.

64) Den Axencylinder läugnet Funke (Phys. 1855. p. 416); er sei Product der Zersetzung. Derselben Ansicht

Alle obigen Mittheilungen liefern Beiträge, Fragmente zu der bis jetzt noch nicht genügend erkannten Lehre vom feinsten Bau des Axencylinders. Die Verbindungstheile des Axencylinders mit der Nervenfaserhülle sind — meines Wissens — von mir zuerst mit Sicherheit nachgewiesen worden. Bisher galt den meisten Forschern der Axencylinder als ein Centralgebilde der Nervenfaser, welches von deren Hülle durch eine dickere oder dünnere Schicht einer öligen Flüssigkeit getrennt sei. So sagt unser neuester trefflicher Beobachter, Kölliker, noch 1855, dass der Axencylinder „rings vom Marke umflossen“ ist[65]); ferner sagt Kölliker[66]): „das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum, und hängt mit ihr zusammen, ohne mit ihr eins zu sein“.

Ich halte es für überflüssig, eine speciellere Deutung der von Remak, Hannover u. A. gemachten Angaben über den Bau des Axencylinders zu geben, und die Uebereinstimmung mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen schärfer hervorzuheben, indem die Vergleichung unserer Resultate einem jeden Leser die Analogie derselben, wenn auch nicht die völlige Uebereinstimmung von selbst ergiebt. Ich schliesse mit der Bemerkung, dass die Präparation frischer Axencylinder eine zu grosse Verschiedenheit in der äusseren Erscheinung derselben unter dem Mikroskope bedingen muss, als dass der eine Forscher genau dasselbe sehen sollte, was der andere sah. Die Veränderung der natürlichen Lage, des Zusammenhangs des Axencylinders etc. wird durch die (relativ zu rohe) Behandlungsweise Behufs der Isolirung desselben und der mikroskopischen Untersuchung in zu verschiedener Weise bewirkt, als dass eine Gleichheit in den Wirkungen einer solchen Präparation, und demnach eine Gleichheit des erlangten mikroskopischen Präparats erwartet werden könnte.

Ich glaube, dass die von mir vorgeschlagene und geübte Methode der Untersuchung gedachter Gebilde in den feinsten Längs- und Querabschnitten von in Chromsäure gehärteten Nerven etc. gleichmässigere Objecte und gleichmässige Resultate der Untersuchung gewähren wird.

* *
*

Im Vorausgegangenen habe ich neben der Darstellung des feineren Baues der Nervenprimitivfaser, so weit solcher mit Evidenz an den dunkelrandigen, breiten oder dicken, cerebrospinalen, sogenannten markhaltigen Nervenfasern mit unsern Hülfsmitteln sich nachweisen lässt, auch eine Vergleichung der Ansichten der hauptsächlichsten früheren Forscher gegeben, und dieselben mit den Resultaten meiner Untersuchungen in Einklang zu bringen gesucht. Die Erörterungen gelten sowohl von den peripherischen wie von den centralen dunkelcontourirten Fasern. Denn was die Aehnlichkeit oder Gleichheit der centralen Nervenfasern mit den peripherischen betrifft, so herrscht darüber kaum eine Meinungsverschiedenheit unter den Forschern; man vergleiche nur Henle's[67]) Angaben, womit unsere übrigen besten Forscher übereinstimmen. Ich habe aber meine Untersuchungen auch auf die sogenannten marklosen, blassen, einfach contourirten, sympathischen, organischen, gangliösen, gelatinösen u. s. w. Nervenfasern ausgedehnt und gefunden, dass ihr Bau im Wesentlichen sich nicht von dem der erstgenannten Fasern unterscheidet. Die Menge der Bestandtheile, und die Form, in welcher diese aggregirt sind, kann, meines Erachtens, nicht als etwas zum Wesentlichen in der Structur Gehöriges betrachtet werden. Trotzdem glaube ich, dass sich gewisse feinere anatomische Merkmale auffinden lassen, durch welche sich die sensitiven Nerven von den motorischen, die centralen von den peripherischen u. s. w. unterscheiden. Ich bin mit diesen Untersuchungen aber noch nicht dem

ist Leydig (Lehrbuch der Histologie, Frankfurt, 1857, p. 52). Nach ihm ist „der lebende Nerv von gleichförmiger Mischung, und die Scheidung in Axencylinder und Markhülle eine Zersetzung post mortem.“ Es lässt sich indess erwarten, dass diese und andere der gleichen Ansicht huldigende Forscher bei genaueren und wiederholten Untersuchungen die präformirte xistenz des Axencylinders anerkennen werden. Vergl. oben p. 750 meine Erörterung über v. Deen's Ansicht.

[65]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 287. [66]) Kölliker, Gewebelehre, 1855. p. 282.

[67]) Henle, Allgem. Anatomie, p. 670.

gewünschten Ziele so nahe gerückt, dass ich jetzt schon einen sicheren Abschluss darin finden, oder solche als zur Veröffentlichung reif betrachten könnte. Zur Erkenntniss des feineren Baues dieser marklosen, blassen, einfach contourirten Fasern, deren Durchmesser oft unverhältnissmässig gering ist im Vergleich zu dem der doppelt contourirten Fasern, waren aber die bisher angewandten Hülfsmittel natürlich noch viel weniger zureichend, als zur Erforschung der dunkelrandigen, relativ dicken Nerven-Primitivfasern. Wenn ich also in Bezug auf diese feinen Fasern die Ansichten meiner Vorgänger vergleiche, so bleibt mir im Ganzen nur sehr Weniges aus deren Mittheilungen anzuführen übrig, was hierauf Bezug hat.

Was unsere besten Forscher, Valentin [68]), J. Müller, Henle, Rudolph Wagner, Kölliker, Remak u. v. A. über den Bau dieser feinen Fasern sagen, deutet nur mehr oder weniger darauf hin, dass bei besseren Hülfsmitteln der Untersuchung in solchen Gebilden, die man bis jetzt als „structurlos" bezeichnet, eine bis jetzt noch nicht gekannte Structur entdeckt werden dürfte. Die Bezeichnung „structurlos" ist, streng genommen, nur das Eingeständniss unserer Unkenntniss der Structur.

Bekanntlich hatte Remak [69]) die von ihm entdeckten organischen Nervenfasern als eine besondere Gattung von, dem sympathischen Nervensystem eigenthümlichen, Elementen aufgestellt, und solche in den Controversen mit Valentin (1839 u. ff.) u. A. (als seine Entdeckung) gegen die Verwechselung mit Bindegewebe vertheidigt. Einige Jahre später, 1842, traten Bidder und Volkmann [70]) auf, und glaubten zuerst die charakteristischen Unterschiede der sympathischen Fasern darin aufgefunden zu haben (während sie Remak's Fasern für nicht nervöse Theile erklärten), dass die Elemente des Sympathicus in der Regel „um das Doppelte schmäler" seien, als die Cerebrospinalfasern. Indessen schon wenige Jahre nachher (1844) war das Irrige dieser Annahme über allen Zweifel gehoben. Es zeigte nämlich, noch vor dem Erscheinen der Bidder-Volkmann'schen Schrift, Henle [71]), dass dicke Fasern während ihres Verlaufes dünner werden, und also in der Bahn einer und derselben Nervenfaser Uebergänge von einer breiten zu einer schmalen Dimension Statt finden. Bidder und Volkmann selbst aber hatten diese Thatsache, „die Verdünnung der animalen Fasern", im Muskelfleische des Hechts [72]) 1842 gefunden und zugegeben, „dass die dünnen Fasern der (vermuthlichen) Endschlingen, welche ihren Durchmessern nach für sympathische gelten mussten, nur sehr verschmälerte animalische seien." Auch Valentin [73]) wies das Haltlose der Bidder-Volkmann'schen Behauptungen nach. Valentin (l. c. p. 114) kommt zu dem Schluss, „dass man nicht im Stande ist, die Differenzen, welche die Verfasser (Bidder und Volkmann) statuiren, durch unsere gegenwärtige Mikrometrie festzustellen, dass es vielmehr häufige Uebergangsstufen zwischen beiderlei (dicken und dünnen) Fasern giebt, und dass die Differenzen, welche hier als Lücken erscheinen, eben so gut bei anderen, vorzüglich den stärkeren, von Bidder und Volkmann für animale gehaltenen Fasern auftreten" (siehe auch l. c., pag. 133 u. ff.). Der weitere Beweis gegen die Bidder-Volkmann'schen Ansichten wurde nachher auch noch durch Kölliker geliefert. Dass zwischen dicken und dünnen Fasern kein wesentlicher Unterschied gemacht werden könne (gänzlich übereinstimmend mit Valentin), sagt Kölliker [74]). Das Resultat seiner genauen Untersuchungen war: „dass zwar Unterschiede zwischen den gröberen und feineren Fasern des Sympathicus und der übrigen Nerven existiren, dass jedoch dieselben nicht genügen, um zwei

[68]) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. p. 598.

[69]) Remak, l. c. 1837, und 1838. Observat. Anat.

[70]) Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen, von F. H. Bidder und A. W. Volkmann. Leipzig 1842. 8. Nebst 3 Kupfertafeln.

[71]) Henle, Allgemeine Anat. p. 644. [72]) Bidder und Volkmann, l. c. p. 54, 55.

[73]) Valentin, Repertorium, 1843.

[74]) Kölliker, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. 1814. 4. p. 10.

besondere Arten von Nervenfasern, sympathische und cerebrospinale, aufzustellen", wie Bidder und Volkmann thaten. Kölliker führte den Beweis dieser Ansicht (p. 11 u. ff.) ausführlich, weist (p. 12) ausdrücklich auf die „Uebergänge feiner Fasern zu gröberen" hin, und zeigt (p. 25) die Widersprüche, in welche Bidder und Volkmann gerathen waren. An einer späteren Stelle seiner Schrift (p. 28) wiederholt Kölliker, dass die feinen Fasern des Sympathicus vollkommen identisch sind mit den feinen Fasern anderer Theile des Nervensystems, und auch von den gröberen durch keine wesentlichen Merkmale geschieden sind." Gleichzeitig mit Kölliker fand auch Hannover bereits, dass die dicken wie die dünnen Nervenprimitivfasern sich in Beziehung auf ihren feinsten Bau nicht unterscheiden [75]). Seit der Veröffentlichung von Kölliker's Arbeit haben eine Menge von Forschern immer mehr Beiträge zu dem Grundsatze geliefert, dass zwischen dünnen und dicken Fasern ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, und dass der Durchmesser einer Faser allein also nicht ein Criterion bei der Beurtheilung einer Faser in Bezug auf ihren Bau und ihre Function abgeben darf. Dieser Grundsatz ist aber in neuerer Zeit zu einer allgemeinen Gültigkeit gelangt, seitdem wir wissen, dass dunkelrandige Nervenfasern durch Theilung sich in die allerfeinsten blassen umändern; und es konnte in der That durch nichts die Haltlosigkeit der Bidder-Volkmann'schen Hypothese von den sympathischen Fasern auf eine schlagendere Weise aufgedeckt werden, als durch die gemachten Erfahrungen über die Theilung der Nervenprimitivfasern in ihrem Verlaufe und deren allmälige Verschmälerung, von der grössten Dimension an bis in die unmessbar feinste. Diese Erfahrungen sind durch eine lange Reihe von zuverlässigen Forschern zu einem sicheren Eigenthum der Wissenschaft geworden, nämlich durch die Arbeiten von Savi [76]), Joh. Müller und Brücke [77]), Robin [78]), Rud. Wagner [79]), Kölliker [80]), Kilian [81]), Stannius [82]), Ecker [83]), Valentin [84]), Reichert [85]), Leydig [86]), Corti [87]), H. Müller [88]), Hessling [89]), Harless [90]), Schulz [91]), Schaffner [92]) u. A. [93])

[75]) Hannover, Recherches, 1844, p. 10.

[76]) Savi, in: Matteucci, Traité des phénomènes electro-physiol. des animaux. Paris 1844, p. 321. Etudes anatomiques etc. p. 321. Tab. 1. Fig. 3.

[77]) Joh. Müller, Physiologie, 4. Aufl. I. 1844. S. 524.

[78]) Robin, in: Annal. d. sciences natur.; Zoologie, III. Série. Tom. VII. Paris 1844. p. 243, 267.

[79]) Rud. Wagner, Handw. d. Phys. III. Abth. I. S. 371; Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847. Fol. — Gött. Nachrichten 1851. Nr. 14 (am electrischen Organ des Zitterrochens, wo die feinsten Endausbreitungen der Nerven nur als einfache Striche erscheinen, selbst bei den stärksten Vergrösserungen). Götting. Nachr. 1853. Nr. 6. — Neurol. Untersuch. 1854 (an den Gehörnerven von Fischen und Vögeln).

[80]) Kölliker, Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich. 1847. Heft 2. p. 92; Mikr. Anat. 747; Gewebelehre. 1855. p. 288. Siebold und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. Bd. I. p. 162. Kölliker selbst bestätigte dies am N. olfactorius, wo er in der Lamina cribrosa und jenseits derselben neben einer Verdünnung der Fasern einen directen Uebergang derselben in dunkelrandige beobachtete. Beim Ochsen und Schaaf, in: Würzburger Verhandl. Bd. V. 61. 1853. Ferner: an den Ausbreitungen des N. acusticus in der Cochlea der Säugethiere; in: Mikr. Anat. 747.

[81]) Kilian, in: Henle und Pfeufer's Zeitschrift, 1848. VII. p. 222; ibid. Bd. X. Heft 1. 2. 1850 (Nerven des uterus). Kilian lieferte den Nachweis, dass dunkelrandige Nervenfasern ganz allmählig sich verdünnen und blasser werden, und in sogenannte organische, gelatinöse oder embryonale (Remak'sche) Fasern, die seither von den meisten Forschern als Bindegewebefasern angesehen worden waren, continuirlich übergehen.

[82]) Stannius, Peripherisches Nervensystem der Fische. Rostock 1849. 4. p. 145.

[83]) Ecker, in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 39. R. Wagner's Handwörterb. l. c. 462.

[84]) Valentin, Lehrb. d. Phys. 2. Aufl. p. 598. Tab. II. Fig. 7. 8; p. 604 u. a. a. O.

[85]) Reichert, über d. Verhalten der Nervenfasern bei dem Verlaufe, d. Vertheilung u. Endigung in einem Hautmuskel des Frosches, in: Müller's Archiv 1851. Heft 1. p. 29. Tab. I.

[86]) Leydig, Haut der Süsswasserfische, in: Zeitschr. f. wissensch. Zool. von Siebold u. Kölliker. 1851. Bd. 1. p. 8. Derselbe, in: Beitr. z. Anat. der Rochen und Haie. 1853.

[87]) Corti, an den Nerven der Lamina spiralis cochleae; in: Siebold u. Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zool. 1851. Heft 2; sur l'organe de l'ouie des mammifères etc.

[88]) H. Müller, zur Demonstration der Nerven im elect. Organ von Torpedo; in: Würzb. Verhandl. 1851. Bd. II. p. 22. Er fand in den blassen Fasern des electrischen Organs bei Torpedo eine Substanz, welche stärkere Körner und krümelige Massen abscheidet, insbesondere wenn die Theile nicht mehr ganz frisch sind (wie an dunkelrandigen Fasern).

[89]) Hessling (Hautnerven von Sorex), in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr. V. I. p. 39.

Diesen Anschauungen gegenüber hat Remak in neuerer Zeit seine frührere Behauptung aufrecht zu erhalten gesucht, indem er [94]) die früher von ihm als organische, jetzt als „gangliöse“ bezeichneten Nervenfasern als dadurch von den cerebrospinalen (animalen) verschieden glaubt, dass jenen „die Markscheide fehlt.“ Remak sieht also seine gangliösen Fasern als feste, immer varicös erscheinende, mit einer bindegewebigen, kernhaltigen, leicht abstreifbaren Hülle umgebene Axenschläuche an, und er zählt dahin auch „die scheinbar körnige Grundsubstanz der Retina, die sich in blasse varicöse Axenschläuche auflöse, welche an Feinheit die bisher bekannten weit hinter sich zurücklassen.“ Er meint, dass die „gangliösen“ Nervenfasern „nicht eine in unwesentlichen Punkten unterschiedene Abart der bekannten Nervenfasern darstellen, sondern Eigenthümlichkeiten zeigen, welche den neurophysiologischen Forschungen eine neue unübersehbare Bahn und neue Probleme eröffnen.“ Indessen ich finde in Remak's Charakteristik seiner gangliösen Fasern immerhin keinen wesentlichen Unterschied von Demjenigen, was den Bau einer animalen Faser charakterisirt. Da Remak die Hülle und den Axenschlauch in beiden Fasergattungen zugiebt, so muss er auch in beiden einen organischen Zusammenhang der Hülle mit dem Axenschlauch statuiren. Nach meinen Untersuchungen geschieht dieses durch die Elementarröhrchen, die Ausläufer des Axencylinders, welche sowohl die Hülle wie das Nervenmark zusammensetzen; letzteres, von Remak als „Markscheide“ bezeichnet, soll den gangliösen Fasern fehlen. Wenn aber zwischen Hülle und Axenschlauch ein Verbindungstheil statuirt wird, so kann selbst in den feinsten (gangliösen) Fasern das Element nicht als fehlend angesehen werden, welches in den dickeren Nerven (animalen) als „Markscheide“ bezeichnet wird, mag die Menge desselben auch noch so gering sein. Man wird also von den „gangliösen“ Fasern zwar sagen können, dass der optische Ausdruck der Verbindungstheile zwischen Hülle und Axencylinder ein anderer ist, wenn man die bisher gebräuchlichen Vergrösserungen (300—400 linear) in Anwendung zieht, und dass die sogenannte Markscheide hier zu fehlen scheint; dagegen wird man bei Anwendung der höchsten brauchbaren Vergrösserungen (700 bis 900 linear) und bei Anwendung der von mir geübten Untersuchungsmethode auch in den anscheinend feinsten, sogenannt „marklosen“ Fasern, sobald nur überhaupt Hülle und Axencylinder zu unterscheiden ist, auch deren Verbindungstheile, d. h. eine mehr oder weniger feine Schicht von Elementarröhrchen zwischen denselben, also sogenanntes „Nervenmark“, gewahren. Somit scheint mir auch die neuere Anschauung Remak's keineswegs beweisend für die Annahme eines wesentlichen Unterschieds zwischen animalen und gangliösen Nervenfasern.

Alle obigen Erfahrungen [95]) genügen freilich — streng genommen — keineswegs den Anforderungen, welche die Wissenschaft an die exacte Darstellung des feineren Baues der einfach contourirten, blassen, feinsten Primitivfasern machen muss. Die Wissenschaft muss positivere histologische Thatsachen für jede der betreffenden Fasergattungen fordern. Auf diese habe ich im Vorausgegangenen nur hindeuten wollen, um an anderem Orte specieller darauf zurückzukommen.

[90]) Harless (in den Ausbreitungen des N. acusticus), in dem Artikel „Hören“ in R. Wagner's Handwörterbuch, Lief. XXV. p. 398. 399. Bd. IV.

[91]) Schulz, über das Vorkommen von Theilungen an den Herznerven des Eichhörnchens. Med. Centralztg. 1854. Nr. 10. [92]) Schaffner, Mikr. Ganglien der Lymphdrüsen, in: Henle und Pfeufer's Zeitschrift für rat. Medicin. 1854. Heft 1. 2. [93]) Die Identität der blassen Fasern bei Embryonen und der später daraus sich entwickelnden dunkelcontourirten Fasern erkannte schon Schwann (Mikrosk. Untersuchungen über das Wachsthum der Thiere und Pflanzen, 1839. p. 173, Tab. IV., Fig. 8, c. d.) durch den von ihm zuerst gesehenen und abgebildeten ununterbrochenen Zusammenhang beider.

[94]) Remak, über gangliöse Nervenfasern beim Menschen und bei Wirbelthieren, in: Monatsbericht d. königl. Akad. der Wiss. in Berlin, 12. Mai 1853.

[95]) Auf die Verschmälerung der Nervenfasern, welche in die Pacini'schen Körperchen eintreten, habe ich mit Absicht hier keine Rücksicht genommen, eines Theils, weil es mir zur weiteren Begründung der betreffenden Thatsachen nicht nothwendig schien, andern Theils aber auch aus dem Grunde, weil ich über diesen Gegenstand an anderem Orte ausführlich zu reden gedenke.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Nervenzellen des Rückenmarks im Allgemeinen.

Vergl. hierzu Tab. XXV. [96])

Die Nervenzellen bilden einen hervorstechenden Theil des Rückenmarks, obwohl sie bei weitem nicht in dem Maasse, wie die Nervenprimitivfasern, zur Constituirung des Rückenmarks beitragen. Jene haben bekanntlich in der weissen Substanz nur ganz vereinzelte Repräsentanten, während sie in der grauen Substanz massenweise vorkommen. Ich betrachte nun im Folgenden die Nervenzellen des Rückenmarks eben so, wie ich das bei den Nervenprimitivfasern gethan habe, in Bezug auf ihre verschiedenen Eigenthümlichkeiten, und zwar in Bezug auf ihre äussere Form, auf ihre Grösse, und auf ihr feineres Gewebe, oder ihre Textur.

Die Form der Nervenzellen, obgleich ausserordentlich verschieden, muss im Allgemeinen bezeichnet werden als am meisten ähnlich einer Kugel, von deren Peripherie dickere oder dünnere filamentöse Verlängerungen ausgehen. Während sich in vielen Fällen die Zellen der Kugelgestalt so nähern, dass man solche für absolut sphärische Körper halten könnte, weicht dagegen die Form andrer Zellen so auffallend von der sphärischen ab, dass sie nur eine entfernte Aehnlichkeit mit sphärischen Körpern haben. Diese Abweichung der Zellenform von der Kugelgestalt wird bedingt theils durch die Abplattungen der mannichfaltigsten Art, welche der eigentliche Zellenkörper oder das Zellenparenchym darbietet, anderntheils durch die Gestalt und Dimension der von der Zelle ausgehenden Verlängerungen oder Fortsätze, die oft so auffallend dick sind, dass sie der Zelle ein oblonges, dreieckiges, viereckiges oder sternförmiges, vieleckiges u. s. w. Ansehen geben. Es scheint mir überflüssig, hier alle die verschiedenen Form-Abweichungen der Nervenzellen von der Kugelgestalt aufzählen zu wollen, um so mehr, als die Abbildungen (s. Taf. XXV.) eine ziemlich genügende Darstellung der wichtigsten Form-Verschiedenheiten bringen. Es möge nur im Allgemeinen bemerkt sein, dass nicht leicht irgend eine Form, welche ein sphäroidischer Körper darbieten könte, existirt, welche nicht auch von Nervenzellen des Rückenmarks mehr oder minder häufig dargeboten wird, jedoch darf immerhin nicht vergessen werden, dass der Charakter eines Sphäroids stets von der Nervenzelle beibehalten wird. Die Beweise für die gegebenen Behauptungen sind nicht schwer darzubringen. Wenn man Nervenzellen in feinen

[96]) Alle die die Nervenzellen betreffenden Abbildungen findet der Leser auf Taf. XXV. dargestellt. Die beschreibende Erklärung dieser Tafel mag vor oder während des Lesens dieses Abschnitts zum besseren Verständniss verglichen werden, da im Texte nicht auf die einzelnen Figuren Bezug genommen worden ist.

Längs-, Quer- oder Schrägabschnitten des gehärteten Rückenmarks mikroskopisch untersucht, so wird man stets auf die gleichen Formen stossen, die Richtung des Schnitts mag sein welche sie wolle. Nicht minder bieten isolirte Nervenzellen aus gehärtetem wie aus frischem Rückenmark stets die bezeichneten Formverhältnisse dar, dergestalt, dass es überflüssig erscheinen muss, noch speciellere Beweise für das Gesagte bringen zu wollen.

Die hier angegebenen Facta finden sich sowohl an den Nervenzellen im Menschen-Rückenmark, wie an denen der Säugethiere, der Vögel, Fische und Amphibien. In einem der folgenden Capitel, so wie in dem historisch-critischen Theile dieses Abschnitts werden die specielleren Beweise des eben Behaupteten — bei Beschreibung der Nervenzellen der verschiedenen Localitäten des Rückenmarks in den verschiedenen Thierklassen — dargebracht werden, so dass es mir überflüssig scheint, solche hier gleich aufführen zu wollen.

Die Grösse oder die Dimension der Nervenzellen zeigt eben so bedeutende Verschiedenheiten, wie ihre Form. Es giebt Nervenzellen von solcher Grösse, dass sie ohne Schwierigkeit mit unbewaffnetem Auge gesehen werden können, und dagegen wieder so kleine Nervenzellen, dass man solche nur bei starken Vergrösserungen unter dem Mikroskop erkennen kann. In dem Menschen-Rückenmarke, wie in dem der Säugethiere, wechselt der Durchmesser der Nervenzellen von $^1/_{15}$''' oder $^1/_{20}$''' bis $^1/_{300}$'''. Eben so verhält es sich im Rückenmark der übrigen Wirbelthiere. Bei den Vögeln misst der Durchmesser der Nervenzellen des Rückenmarks $^1/_{20}$''' oder $^1/_{25}$''' bis $^1/_{300}$''', bei den Fischen $^1/_{15}$''' bis $^1/_{300}$'''. Jedoch kommen hier nicht selten noch grössere Zellen als bei den Säugethieren und Vögeln vor. Bei Petromyzon findet man Nervenzellen von mehr als $^1/_{15}$''' im grössten Durchmesser (ohne die Fortsätze mitzumessen) gar nicht selten [97]. Bei Amphibien (Fröschen) ist der Durchmesser der Nervenzellen $^1/_{30}$''' bis $^1/_{33}$''' bis $^1/_{300}$'''. Dass die Vorgänge der Entwicklung, der Regeneration und des Stoffwechsels u. s. w. Verschiedenheiten in der Grösse bestimmter Nervenzellen bedingen, scheint mir sehr wahrscheinlich.

Die Textur der Nervenzelle. Die Nervenzelle giebt sich, bei mikroskopischer Untersuchung, als ein aus mehreren gröberen Bestandtheilen (und diese wiederum als aus viel feineren Elementen) zusammengesetzter Körper zu erkennen. Als die gröberen Bestandtheile oder Theile der Nervenzelle muss man betrachten: 1) die Hülle oder Scheide; 2) das Parenchym oder den Körper der Nervenzelle; in diesem eingeschlossen ist 3) der Kern, und in letzterem endlich 4) der Nucleolus oder das Kern-Körperchen. Alle diese gröberen Theile bilden in der Natur ein auf das Innigste mit einander verbundenes Ganzes, und ihre Trennung kann nur künstlich, durch Zerreissung der sie verbindenden Theile, bewirkt werden. Diese verbindenden Theile sind Röhrchen oder Fasern der feinsten Art, welche zu den feinsten Elementen des thierischen Körpers gezählt werden müssen, und welche alle die im vorausgehenden Abschnitt beschriebenen Charactere der Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks besitzen. Ich nenne sie daher auch Elementarröhrchen der Nervenzellen, aus weiter unten noch genauer darzulegenden Gründen.

Demnach wäre, im Allgemeinen genommen, eine jede Nervenzelle des Rückenmarks als ein sphäroidischer Körper von sehr complicirtem canaliculärem Bau zu betrachten, für welche Anschauung die Beweisgründe und ausführlicheren Angaben in dem Folgenden enthalten sind. Ich werde bei diesen Mittheilungen denselben Gang befolgen, welchen ich im vorigen Capitel bei der Abhandlung über die Nervenprimitivfaser eingehalten habe; zuerst also eine möglichst genaue Beschreibung der optischen

[97]) Die noch colossaleren Nervenzellen im Rückenmark des Zitterwelses habe ich — weil sie mir nicht aus eigner Anschauung bekannt sind — hier nicht einmal berücksichtigt.

Erscheinungen geben, welche die Nervenzelle unter dem Mikroskop darbietet, alsdann den Versuch einer physikalischen Analyse dieser Erscheinungen folgen lassen, und schliesslich die daraus zu ziehen den Folgerungen über den feinsten Bau der Nervenzelle anfügen.

I. Beschreibung der optischen Erscheinungen, welche die Nervenzelle unter dem Mikroskope bei durchgehendem Lichte darbietet.

Wenn man ein frisches Rückenmark vom Menschen oder einem grösseren Säugethiere, Kalbe, Ochsen, auf die später darzulegende Weise in Chromsäure härtet, und mittelst eines sehr scharfen Rasirmessers Abschnitte aus der grauen Substanz der Vorderhörner, der Länge oder der Quere nach, nimmt, Abschnitte, welche $^1/_{300}'''$ bis höchstens $^1/_{100}'''$ dick, also so fein sind, dass sie auch bei den stärksten Vergrössungen unter dem Mikroskope noch durchsichtig genug erscheinen, um mit aller wünschenswerthen Klarheit die einzelnen Elemente erkennen zu lassen; — wenn man alsdann einen solchen Abschnitt auf ein Glastäfelchen bringt, denselben mit Alkohol, destillirtem Wasser, verdünnter Chromsäure oder einer Chlorcalciumsolution befeuchtet, und hiernach denselben, mit einem entsprechend dünnen Deckgläschen bedeckt, mikroskopisch untersucht, wobei es wiederum, wie bei Untersuchung der Nervenprimitivfaser, unumgänglich nothwendig ist, zuerst mit ganz schwachen und allmälig verstärkten Vergrösserungen die einzelnen im Abschnitt enthaltenen grossen Nervenzellen mit einander zu vergleichen, und die für die höchsten Vergrösserungen geeignetsten auszusuchen und in den Focus des Mikroskops einzustellen, d. h. die dünnsten Stellen des feinen Abschnitts, wenn sie grosse Nervenzellen enthalten, in die Mitte des Sehfeldes zu bringen, — alsdann erkennt man bei den schwächsten, schwachen und mittelstarken, progressiv angewandten, Vergrösserungen, 20 bis 100 bis 300 linear, ohne alle Schwierigkeit das Parenchym oder den eigentlichen Körper der Nervenzelle, sammt deren gröberen Fortsätzen, so wie den Nucleus sammt Nucleolus, in einer so allgemein bekannten Weise, dass ich es für überflüssig erachte, hier eine genauere Beschreibung davon zu geben; bei Anwendung einer 360- bis 700- bis 900-maligen linearen Vergrösserung der besseren Mikroskope erkennt man aber die folgenden Thatsachen.

A. Die Hülle oder Scheide der Zelle.

Die Hülle oder Scheide der Zelle findet sich an einer jeden Nervenzelle mehr oder weniger deutlich, insbesondere an denjenigen Zellen, deren Parenchym durch die Wirkung der Chromsäure oder des Alkohols (wenn das Präparat nach Härtung in Chromsäure kürzere oder längere Zeit in Alkohol aufbewahrt worden war) zusammengeschrumpft und aus diesem Grunde von der umgebenden Masse der benachbarten Nervensubstanz, resp. von seiner Hülle, zurückgezogen oder (mit Ausnahme der Stellen, wo die grossen Fortsätze der Zellen abgehen) abgerissen, gleichsam isolirt worden ist, dergestalt, dass bei einer 200 bis 400-maligen Vergrösserung das Ansehen eines leeren, unregelmässig geformten Raumes an den meisten Stellen zwischen Parenchym und Hülle der Zelle entsteht, der an verschiedenen Stellen der Zelle (Peripherie des Parenchyms) verschieden breit ist. Untersucht man mit 700 bis 900-facher Vergrösserung diesen anscheinend leeren Raum und die ihn begränzenden Theile sowohl der Zellen-Parenchym-Peripherie wie der Zellenhülle, alsdann findet man, dass die den leeren Raum nach aussen begränzenden Theile an vielen Stellen eine doppelte Contour zeigen. Diese Doppelcontour ist aber an vielen Punkten unterbrochen, und niemals findet man sie, unter diesen Verhältnissen, als eine ununterbrochene, das ganze Zellen-Parenchym gleichsam umkreisende oder umhüllende Doppelcontour. Häufig erscheint nur ein kleines Fragment dieser Doppelcontour an einer oder der andern Seite der Zelle, an allen übrigen Stellen um die Peripherie derselben herum ist nur ein undeutliches Gewirre von anscheinend faserigen oder verfilzten Massen sichtbar. Fasst man die

betreffenden, als Doppelcontour deutlich hervortretenden, Stellen der sogenannten Hülle bei den höchsten Vergrösserungen scharf in's Auge, alsdann sieht man, dass dieselbe aus Theilen von Fasern oder Röhrchen zusammengesetzt ist, welche an Form, Grösse, Farbe und in der Art ihres Verlaufes ganz und gar den feinsten Elementen gleich sind, welche ich im Vorhergehenden als die constituirenden Bestandtheile der Hülle und des Markes und Axencylinders der Nervenprimitivfasern beschrieben und als Elementarröhrchen des Nervensystems bezeichnet habe. Mit andern Worten: an allen Stellen der die Peripherie des Zellen-Parenchyms nach aussen zunächst umgebenden Nervenzellen-Masse, in welcher ein Elementarröhrchen, kürzere oder längere Strecke in Continuität in dem feinen Abschnitte verlaufend, in der betreffenden Focaldistanz scharf hervortritt, da erblicken wir die erwähnte Doppelcontour, welche demnach, nach meiner Deutung, nichts anderes ist, als eine grössere oder kleinere Strecke eines in Continuität in einer und derselben Ebene verlaufenden Elementarröhrchens. Diese in Continuität erscheinende Strecke des Elementarröhrchens ist bald kürzer, bald länger, niemals sah ich dieselbe auch nur den vierten Theil der Peripherie der Zelle umkreisen, ohne unterbrochen zu sein.

Die Unterbrechung der Dopelcontour geschieht dadurch, dass das betreffende Stück des Elementarröhrchens aus der einen Ebene in eine andere, oder aus der centripetalen Richtung in die centrifugale übertritt und umgekehrt. Da nun dieser Verlauf eines Elementarröhrchens aus der einen Richtung in die andere sehr häufig auch in einer und derselben Ebene stattfindet, also aus der Hülle gegen das Parenchym der Zelle hin, oder von der Hülle gegen eine benachbarte Zelle hin gerichtet erscheint, so ist es nicht schwer, die unmittelbaren Fortsetzungen der Elementarröhrchen aus der Zellenhülle zu dem Parenchym auf das Bestimmteste wahrzunehmen. Wenn der zwischen Hülle und Zellenparenchym durch die oben erwähnte Wirkung der angewandten härtenden Substanzen künstlich bewirkte, anscheinend leere, Raum oder Spalt ein breiter ist, so sieht man die abgerissenen Enden der aus der Zellenhülle zum Parenchym der Zelle (und umgekehrt) verlaufenden Elementarröhrchen, oft in grösserer oder kleinerer Zahl, in dem genannten Raume oder Spalte befindlich, ganz isolirt, an einer Stelle noch deutlich in Continuität mit der Doppelcontour der sogenannten Hülle, oder mit einem Punkte in der Peripherie des Parenchyms der Zelle. Ausserdem findet man in dem erwähnten Spalt eine grössere Anzahl von Fragmenten solcher Elementarröhrchen, die an beiden Seiten durch die Präparation abgerissen oder abgeschnitten, ausser allem sichtbaren Zusammenhange mit dem Parenchym oder der Hülle der Zelle erscheinen. Ist der Spalt dagegen nicht zu breit, so findet man eine grosse Menge von Elementarröhrchen, welche die Hülle und das Parenchym der Zelle mit einander verbinden, in ungetrennter Continuität, mehr oder weniger geschlängelt, oder straff angespannt, in den genannten Räumen verlaufend.

Da, wie oben bereits erwähnt, die in einer und derselben Ebene verlaufenden Elementarröhrchen nur kurze Strecken hindurch die eine Richtung beibehalten, so findet man an den meisten, wo nicht an sämmtlichen mit deutlicher Hülle versehenen Zellen, die man in einem feinen Abschnitte aus dem Rückenmarke vorfindet, immer nur grössere oder kleinere Fragmente der sogenannten Zellenhülle, niemals die ganze Peripherie des Zellenparenchyms von der Doppelcontour der Zellenhülle umgeben. Vielmehr erscheinen alle diejenigen Stellen des Zellenparenchyms, um welche herum die Doppelcontour der Hülle mangelt, von einem filzartigen, überaus dichten, unentwirrbaren Netzwerke von Elementarröhrchen umsponnen, in welchem man die Contouren oder Röhrchen, welche die Hülle bilden, durchaus nicht isolirt zu unterscheiden im Stande ist. An diesen Stellen kann man also von einer abgesonderten Hülle der Nervenzelle nichts erkennen. Nicht selten ist dieses Filzwerk von Elementarröhrchen um das Parenchym der Zelle herum so dicht und verworren, dass an keiner Stelle der Zellen-Peripherie eine Doppelcontour in längerer Strecke an dem Platze der Hülle wahrgenommen wird, und solche Abschnitte oder Präparate bieten alsdann das Bild einer in die umgebende Nervenmasse eingelagerten hüllenlosen oder nackten Zelle, resp. eines hüllenlosen Zellenparenchyms. Indessen ergeben

vielfache und an verschiedenen Präparaten von den Rückenmarken aus verschiedenen Thierclassen, insbesondere von Petromyzon fluviatilis, angestellte Untersuchungen, dass auch eine jede centrale Nervenzelle ihre Hülle hat; und ich habe nicht selten Zellen im Rückenmarke von Petromyzon gesehen, an welchen die Doppelcontour der Hülle an vielen Punkten zwar unterbrochen, aber doch so evident in der ganzen Peripherie des Zellenparenchyms erscheint und über die Fortsätze der Zelle sich erstreckt, dass die Existenz einer besondern Hülle der centralen Nervenzelle nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen durchaus zugelassen werden muss. An vielen Hüllen dieser Art sticht die Doppelcontour dergestalt hervor, dass die Erkenntniss der Hülle zur Evidenz erhoben wird. Die Breite der Doppelcontour beträgt meist $^1/_{1500}$''', die beiden Ränder erscheinen schwarz, der hellere Raum zwischen ihnen hellblau. Die Fortsätze zwischen der Parenchym-Peripherie und der Zellhülle sind meist viel feiner, oft unmessbar.

B. Das Parenchym der Zelle.

Das Parenchym der Zelle begreift streng genommen Alles in sich, was in der sogenannten Zellenhülle eingeschlossen ist, also auch zugleich den Kern und das Kernkörperchen der Zelle. Da jedoch der Kern und das in ihm eingeschlossene Kernkörperchen so auffallende und anscheinend differente, streng von einander gesondert scheinende, Theile der Zelle darstellen, also eine specielle, detaillirte Betrachtung erfordern, so beschreibe ich hier nur unter dem Begriff des Zellenparenchyms denjenigen Inhalt der Zellenhülle, welcher um den Nucleus und Nucleolus herumgelagert ist.

Das Zellenparenchym erscheint auf den ersten Blick als eine granulirte Masse, meist von etwas dunklerer Farbe als die übrigen Theile der Zelle, gelblich, oder bläulich, oder grünlich. Dasselbe zeigt an den meisten Stellen seiner Peripherie einen scharf ausgeprägten Rand, an andern Stellen eine weniger scharfe Gränze. Der scharfe Rand wird durch eine doppelte Contour bedingt, welche die nämliche Beschaffenheit hat, wie die Doppelcontour, durch welche die Zellhülle in die Erscheinung tritt; d. h. die Doppelcontour des Zellenparenchyms ist an unzähligen Stellen unterbrochen, umkreist also das Zellenparenchym keineswegs in seinem ganzen Umfange als eine continuirliche Doppellinie. Die Unterbrechungen der Continuität dieser Doppelcontour des Zellenparenchyms entstehen dadurch, dass ein Theil der Doppelcontour von dem Rande des Zellenparenchyms aus bald nach innen, in centripetaler Richtung, in die Masse des Zellparenchyms sich einsenkt, und — nach kürzerem oder längerem Verlaufe in einer und derselben Ebene, obwohl in verschiedenen Richtungen, gerade geschlängelt u. s. w. — abgeschnitten aufhört, dem Auge also entschwindet, indem sie in andere Ebenen sich umbiegt; — bald von dem Rande des Zellenparenchyms nach aussen, in centrifugaler Richtung, gegen die Zellenhülle hin sich entfernt, und hier ebenfalls, bald kürzere, bald längere Strecken in einer Ebene verlaufend, bald gerade, bald geschlängelt und in den verschiedensten Richtungen in Continuität erscheinend, und dann, in andere Ebenen übergehend, dem Auge entschwindet, oder, vom Schnitt in verschiedenem Winkel getroffen, das abgeschnittene Ende darbietet. An allen den Stellen, wo die Doppelcontour erscheint, obwohl ihre Continuität unterbrochen ist — indem die die Contour bildenden Strecken der Elementarröhrchen sich vom Rande des Zellenparenchyms nach innen oder nach aussen entfernen — an allen diesen Stellen treten, an den Platz der abbeugenden Elementarröhrchen, andere in der betreffenden Richtung am Rande des Zellenparenchyms, eine kürzere oder längere Strecke in Continuität sichtbar, auf, dergestalt, dass bei oberflächlicher Untersuchung die Doppelcontour ununterbrochen um den grössten Theil des Zellenparenchyms sich herum zu erstrecken scheint. Die Doppelcontour erscheint aber, bei sorgfältiger Untersuchung, in Wahrheit nur in kurzen Strecken in Continuität, und man findet wahrhaft continuirliche Strecken derselben kaum so lang, dass sie $^1/_{20}$ des Umfangs des Zellenparenchyms bilden oder begränzen. An vielen Stellen des Zellenparenchymrandes ist aber die Doppelcontour so

undeutlich oder gar nicht vorhanden, dass eine bestimmte Gränze des Zellenparenchyms und der Zellenhülle auch bei der angestrengtesten Beobachtung gar nicht wahrgenommen werden kann.

Die Doppelcontour des Zellenparenchyms erscheint unter dem Mikroskop von der nämlichen Beschaffenheit in Form, Farbe, Verlauf, wie die Doppelcontour, welche die sogenannte Zellenhülle bildet: d. h. sie ist aus meist $^{1}/_{1500}'''$ breiten Elementarröhrchen zusammengesetzt, wie jene.

Die übrige Masse des Zellenparenchyms erscheint als eine unentwirrbare Masse von kürzeren oder längeren Fragmenten faserähnlicher Theile, resp. feiner oder feinster Elementarröhrchen, und von anscheinend körnigen Massen der verschiedensten Form und Grösse.

a) Die faserartigen Massen oder die den Elementarröhrchen ähnlichen Massen erscheinen bald in kürzeren, bald in längeren Strecken in Continuität an den verschiedensten Stellen des Zellenparenchyms. Die meisten derselben lassen sich nur ganz kurze Strecken, $^{2}/_{1500}$ — $^{3}/_{1500}$ — $^{4}/_{1500}'''$ oder etwas weiter, in Continuität verfolgen; sie verlaufen mehr oder weniger gebogen oder geschlängelt, seltener oder fast nie in gerader Linie. In seltenen Fällen verfolgt man eine solche faserartige Masse durch $^{1}/_{4}$ oder die Hälfte der Dicke des ganzen Zellenparenchyms in Continuität, in sehr seltenen Fällen durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms von seinem äusseren Rande bis zum Nucleus oder in dessen Nähe, oder selbst in das Innere des Nucleus hinein. Alle diese in Continuität erscheinenden faserähnlichen Massen zeigen sich dann als hellere Räume im Innern des Parenchyms, begränzt von zwei dunklen Linien, die aber selbst nicht ohne alle Unterbrechung ihrer Continuität auftreten, sondern beide häufige Unterbrechungen zeigen, indem Communicationen mit andern benachbarten hellen Räumen in den verschiedensten Winkeln sichtbar werden.

Alle diese kürzeren und längeren Strecken der hellen Räume oder faserähnlichen Massen im Zellenparenchym sind gewöhnlich $^{1}/_{1500}'''$ — $^{1}/_{3000}'''$ breit, oder schmäler, und weichen, so weit die mikroskopische Untersuchung zu ermitteln gestattet, weder in Form noch im Verlauf von den Gebilden ab, welche ich im Vorigen als Elementarröhrchen bezeichnet habe. Es möge daher gestattet sein, dieselben bis auf Weiteres als Elementarröhrchen der Nervenzellen zu bezeichnen. In manchen Zellen scheinen diese feinen Röhrchen eine bestimmtere Richtung, der Mehrzahl nach, zu haben, indem sie in mehr gerader Linie oder bogenförmig von einem Zellenfortsatz hin gegen die Mitte der Zelle, resp. gegen den Nucleus hin, verlaufen, anscheinend viele in paralleler Richtung. Jedoch in den allermeisten Fällen ist eine bestimmte Richtung im Verlauf dieser Elementarröhrchen nicht aufzufinden. Der allercomplicirteste, verworrenste Verlauf scheint gleichsam die Regel zu sein, und das ganze Gerüste des Zellenparenchyms scheint aus einem auf das dichteste mit einander verfilzten Gewebe oder Netzwerk feinster Fasern oder Röhrchen, die in den allerverschiedensten Richtungen verlaufen, mit einander communiciren, sich kreuzen u. s. w., geschaffen zu sein, welches genauer zu analysiren mit unseren jetzigen Hülfsmitteln keinem Forscher vergönnt sein dürfte.

b) Die körnigen Massen, welche das Parenchym der Zelle erfüllen, respective in feinen Abschnitten, welche Zellen enthalten, erscheinen, treten in den allerverschiedensten Formen und Grössen auf; sie sind kleiner und grösser, rundlich, länglich, dreieckig, viereckig, vieleckig u. s. w. Die kleinsten Massen dieser Art, als kleine hellblaue, rundliche Punkte erscheinend, haben oft nur $^{1}/_{3000}'''$ bis $^{1}/_{1500}'''$ Durchmesser, die grösseren sind dem Nucleolus der Zelle an Durchmesser gleich. Grösser als der Nucleolus wird man aber wohl niemals eine solche körnige Masse in dem Zellenparenchym auffinden. In den meisten Fällen erscheinen diese körnigen Massen ohne eine bestimmte Ordnung in dem Zellenparenchym neben einander zu liegen, in manchen Fällen erscheinen sie mehr regelmässig gelagert zu sein, und zwar entweder der Länge nach, gleichsam Reihen bildend, rosenkranzartig, insbesondere nahe an der Peripherie und an den vom Nucleus entfernteren Stellen, da wo die grossen Fortsätze von der Zelle abgehen; oder zu concentrischen Kreisen zusammengereiht, um den Nucleus herum in grösserer oder kleinerer Strecke. Die grösseren körnigen Massen sind oft der Querdurch-

schnittsfläche eines Axencylinders einer Primitivfaser täuschend ähnlich, oder dem Nucleolus einer Nervenzelle selbst, indem sie innerhalb der dunklen äusseren, meist nicht geschlossenen oder nicht continuirlichen, Begränzung einen helleren Raum oder eine hellere Schicht, und in der Mitte dieser wieder einen dunkleren Punkt einschliessen. Solche körnige Gebilde, die der Querdurchschnittsfläche eines Axencylinders oder dem Nucleolus einer Zelle ähneln, findet man an den verschiedensten Stellen des Zellenparenchyms, in der Nähe der von den Zellen abgehenden grossen Fortsätze, ganz am Rande des Parenchyms zwischen Hülle und Parenchym u. s. w.

Die Deutung dieser körnigen Massen lässt Vieles zu wünschen übrig. Doch glaube ich, dass die kleinsten, runden oder rundlich geformten Massen dieser Art als die Umbeugungswinkel oder als die Querdurchschnittsflächen von feinen Elementarröhrchen betrachtet werden müssen; da diese das Zellenparenchym in den gewundensten, allerverschiedensten Richtungen durchziehen, so begreift es sich leicht, dass man unter dem Mikroskope weit weniger ihre in gerader Richtung verlaufenden Strecken, als vielmehr ihre Umbeugungsstellen zu Gesicht bekommt, und dass ein ganz feiner Abschnitt von einer Zelle diese Röhrchen in den allerverschiedensten Winkeln treffen muss. Ihre Querdurchschnittsflächen müssen deshalb auch sehr verschiedene Formen darbieten.

Die grösseren körnigen Gebilde, welche einem Axencylinder-Querschnitt oder einem Nucleolus ähnlich sind, müssen vielleicht als die Querdurchschnittsflächen von wirklichen Axencylindern angesehen werden, und zwar von Axencylindern solcher Nervenprimitivfasern, welche sich in die betreffende Zelle einsenken, resp. von ihr entspringen. Die Frage über diesen Punkt ist zwar noch nicht bis zu dieser Weite gediehen, und dürfte noch lange der Entscheidung harren. Wenn es aber, wie doch gewiss ist, einen unmittelbaren Uebergang von Nervenprimitivfasern in ihrer Totalität in Nervenzellen giebt, alsdann lässt sich annehmen, dass die in die Zelle eingetretene Primitivfaser an den verschiedensten Stellen der Zelle von dem Schnitt getroffen werden, also auch die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders an den verschiedensten Stellen der Zelle unter dem Mikroskop zeigen kann. Da eben so der Winkel, unter welchem der Schnitt durch den präsumtiven Axencylinder innerhalb der Zelle fällt, ein sehr verschiedener sein kann, je nach der Richtung des Schnitts und der Lage des Axencylinders, so ist auch die verschiedene Form der Querdurchschnittsfläche, welche der Axencylinder innerhalb der Zelle darbieten muss, erklärlich. [98])

In vielen Zellen erscheint im Parenchym, an den verschiedensten Stellen desselben, unter der als Anhäufung dunklen Pigments bekannten Form, ein verschieden grosser und unregelmässig geformter dunkler Fleck, aus feinkörniger Masse bestehend. Diese Masse ist in den Zellen des Rückenmarks erwachsener Menschen oft nur an beschränkteren Stellen vorhanden, oft an den meisten erkenntlich. Die einzelnen dunklen Körnchen, welche das Pigment zusammensetzen, haben meist $^1/_{1500}$''' im Durchmesser, manche etwas mehr, manche etwas weniger.

[98]) Ich verwahre mich hier gegen die Unterstellung, dass die von mir bezeichneten körnigen Gebilde des Nervenzellen-Parenchyms mit Kernen der Scheide oder mit Epithelialgebilden auf der äusseren oder inneren Fläche der Zellenhülle von mir wären verwechselt worden. Da ich nicht ganze, unverletzte Zellen, sondern die verschiedenen feinen Segmente einer und derselben Zelle nach einander untersucht, in zahlreichen Fällen untersucht habe, so habe ich hinreichend Gelegenheit und Uebung gehabt, unterscheiden zu lernen, was auf der Oberfläche und was in dem Inneren des Parenchyms einer Zelle sich vorfindet.

C. Der Kern, Nucleus.

In allen Zellen, welche auf feinen Abschnitten den Kern enthalten oder zeigen [99]), erscheint derselbe bald heller, bald dunkler als das Parenchym der Zelle [100]), nicht selten — bei schwachen Vergrösserungen — von braunrother Farbe, häufig auch eben so gefärbt oder das Licht brechend, wie das Zellenparenchym selbst. Seine Lage ist meist excentrisch. Die Gestalt des Kerns ist zwar im Allgemeinen rundlich oder oval, aber niemals bildet seine Gestalt eine absolute Kreis-, Kugel- oder Oval-Form. Wenn man auch bei schwächeren Vergrösserungen die Form des Kerns anscheinend kreisrund gewahrt, so findet man bei den höchsten Vergrösserungen, dass diese Form von der strengen Kreisform abweicht. Die Peripherie oder Begränzungslinie des Kerns zeigt vielmehr an den meisten Stellen Ein- und Ausbuchtungen, Vorsprünge und Vertiefungen sehr unregelmässiger Art, wellen-, sägezahn-, schlangenförmig, oft mehr oder weniger hervorstechend. In seltenen Fällen findet man den Kern gleichsam gestielt, oder mit einem dicken schwanzartigen Anhange versehen.

Die Begränzung oder die Peripherie des Nucleus zeigt aber an vielen, resp. den meisten Stellen eine doppelte Contour von höchstens $^1/_{1500}'''$ Breite, aus zwei dunklen Linien bestehend, welche einen helleren Zwischenraum einschliessen. Diese Contour bildet aber nicht eine ununterbrochene Doppellinie um den ganzen Nucleus herum, sondern diese Doppelcontour ist an unzähligen Stellen der Peripherie des Nucleus in ihrer Continuität unterbrochen, ganz in derselben Weise, in welcher die Doppelcontour des Zellenparenchyms unterbrochen ist. Alles, was ich von der Doppelcontour des Zellenparenchyms gesagt habe, müsste ich von derjenigen des Nucleus hier wiederholen; daher ich auf jene Beschreibung verweisend nur hier die Bemerkung hervorheben will, dass man aus der Doppelcontour des Nucleus, an den unzähligen Stellen, wo sie unterbrochen ist, feine Ausläufer oder Fortsätze dieser Contour sowohl in centrifugaler Richtung in das Zellenparenchym eintretend, wie in centripetaler Richtung in das Parenchym des Nucleus, gegen den Nucleolus hin, verlaufend sieht. — Diese Ausläufer kann man bald kürzere, bald längere Strecken in den genannten Richtungen verfolgen. Nicht selten verfolgt man einzelne, in ihrem mehr geschlängelten Laufe, bis nahe an die Peripherie des Zellenparenchyms, andere bis zu dem Nucleolus durch das ganze Parenchym des Nucleus hindurch. Da ihre physikalischen Eigenschaften, insoweit sie mit dem Mikroskop zu erforschen sind, ganz mit den Ausläufern der Doppelcontour des Zellenparenchyms wie der Zellenhülle übereinstimmen, so muss es gestattet sein, diese Doppelcontour des Kerns sowohl wie die Ausläufer dieser Doppelcontour in derselben Weise zu deuten, wie das oben von derjenigen des Zellenparenchyms versucht worden ist, d. h. dieselben als Elementarröhrchen zu betrachten, welche auf das Mannichfaltigste mit einander communiciren.

Das Parenchym des Nucleus verhält sich im Ganzen eben so wie das im Vorhergehenden beschriebene Zellenparenchym, das den Nucleus ringsum einschliesst. Auf den ersten Blick, insbesondere bei den schwächeren Vergrösserungen, erscheint es als eine körnige Masse, in welcher die dunkleren Punkte bald dichter, bald weniger dicht gehäuft erscheinen, und aus diesem Grunde dem Kern bald ein dunkleres, bald ein helleres Ansehen geben, als dem ringsum gelagerten Zellenparenchym. Bei Anwendung der höchsten Vergrösserungen gewahrt man aber bald, dass das Parenchym des Kerns, eben so wie das umgebende Parenchym der Zelle, aus einer grossen Masse von Faser- oder Röhrchenfrag-

[99]) Es finden sich in den dünnen Abschnitten begreiflicher Weise häufig grosse Zellen vor, in denen kein Kern sichtbar ist, weil der Abschnitt mehr oder weniger verstümmelte Zellen enthält, deren Kern in dem, im betreffenden Abschnitte nicht enthaltenen, Reste der Zelle zurückgeblieben ist.

[100]) Es versteht sich von selbst, dass die pigmentirten Stellen der Zellen hier eine Ausnahme bilden, und dass Alles, was von der Farbe des Zellenparenchyms und des Zellenkerns vergleichungsweise gesagt wird, hier nur von nichtpigmentirten Zellen angenommen, oder ohne Rücksicht auf das Pigment der Zellen gesagt wird.

menten und zwischengelagerten Körner- oder Kern-artigen Massen besteht, welche in keiner auffallenden Weise von den analogen Bestandtheilen des Zellenparenchyms abweichen.

a. Die Faser- oder Röhrchen-ähnlichen Theile bilden mehr oder weniger lichte Räume, zu beiden Seiten von dunklen Linien begränzt, höchstens $^2/_{1500}'''$ breit, an vielen Orten schmäler; diese Räume stehen mit benachbarten unter den verschiedensten Winkeln in Verbindung, und ihre Begränzungslinien sind an unzähligen Stellen unterbrochen. Alles was ich von den physikalischen, durch's Mikroskop erkennbaren, Eigenschaften der im Zellenparenchym befindlichen hellen Räume gesagt habe, muss ich auch von den im Parenchym des Zellenkerns befindlichen in jeglicher Beziehung wiederholen, und daher wird es auch passend erscheinen, dass ich diese Räume im Parenchym des Nucleus als Fragmente von Elementarröhrchen bis auf Weiteres bezeichne. Diese Elementarröhrchen des Nucleus verfolgt man also in kürzerer oder längerer Strecke in Continuität innerhalb des Parenchyms des Nucleus selbst. In seltenen Fällen gelingt es, ein solches Röhrchen durch die ganze Dicke des Nucleus, von der Doppelcontour desselben an bis zum Nucleolus hin, in ungetrennter Continuität zu verfolgen, in noch seltneren Fällen verfolgt man solche Elementarröhrchen vom Nucleolus an nicht blos durch die ganze Dicke des Nucleus hindurch bis zu dessen Doppelcontour, sondern selbst jenseits dieser bis in das Zellenparenchym, eine kleinere oder grössere Strecke gegen die Zellenhülle hin, in centrifugaler Richtung verlaufend. Die Lagerung oder anatomische Anordnung dieser Elementarröhrchen im Parenchym des Nucleus scheint die nämliche zu sein, wie in dem Zellenparenchym, d. h. eine bestimmte Anordnung derselben ist mit dem Mikroskop dort eben so wenig aufzufinden wie hier; der allercomplicirteste, gewundenste Verlauf dieser Röhrchen in den allerverschiedensten Richtungen scheint hier eben so die Regel zu sein wie dort.

b. Die körnigen Massen im Parenchym des Nucleus verhalten sich gleichfalls in der nämlichen Weise wie in dem Zellenparenchym. Alles, was ich von der Form, Grösse, Lagerung der im Zellenparenchym enthaltenen körnigen Massen gesagt und über die Deutung derselben mitgetheilt habe, muss ich in gleicher Weise von den im Parenchym des Nucleus enthaltenen körnigen Massen wiederholen. Die meisten sind rundlich oder oval, eckig oder von unregelmässiger, verschiedener Form. Ihre Grösse variirt von den unmessbar feinen Punkten an, und von $^1/_{3000}$ bis $^1/_{1500}'''$ Durchmesser, bis zu der Grösse des Nucleolus der betreffenden Zelle; niemals findet man dieselben auffallend grösser als den Nucleolus selbst. Die Zahl dieser grossen körnigen Massen ist verschieden; ich fand zuweilen bis zu vier solcher in einem einzigen Nucleus, in manchem nur eine einzige körnige Masse dieser Grösse. Ihre Lage in dem Parenchym des Nucleus ist nicht bestimmt; man findet sie bald nahe am Rande, resp. nahe der Doppelcontour des Nucleus, bald näher dem Nucleolus oder an letzterem unmittelbar ansitzend, kurz — an den verschiedensten Stellen im Parenchym des Nucleus. Sie sind in histologischer Beziehung von derselben Beschaffenheit, wie oben bei dem Zellenparenchym angegeben wurde, der Querdurchschnittsfläche eines Axencylinders oder dem Nucleolus einer Zelle ähnlich, nur nicht immer so scharf in den Umrissen. Manchmal aber sind dieselben dem Nucleolus in Grösse, Form, Farbe und Bestandtheilen so täuschend ähnlich oder gleich, dass man einen Nucleus mit mehrfachen Nucleolis hier zu sehen glaubt. Zuweilen scheinen diese körnigen Massen regelmässig, wie in concentrischen Kreisen, um den Nucleolus herum gelagert, in den meisten Fällen ohne Regel anscheinend verworren durcheinander zu liegen. Die Deutung der kleineren körnigen Massen als Quer- und Schrägdurchschnittsflächen von Elementarröhrchen, und der grösseren als Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern solcher Nervenprimitivfasern, die sich in das Innere der Zelle fortsetzen, — dürfte aus gleichen Gründen, die ich oben bei Beschreibung der betreffenden Massen des Zellenparenchyms angedeutet habe, bis auf Weiteres gestattet sein.

D. Der Nucleolus, oder das Kernkörperchen.

In allen den Zellen, welche den Nucleolus enthalten [1]), tritt derselbe in fast allen Fällen in einer scharf markirten Weise in Erscheinung. Auf den ersten Blick und bei den schwächsten Vergrösserungen erscheint er bald heller bald dunkler als das umgebende Parenchym des Nucleus, von einer scharfen, dunklen Contour umgeben, himmelblau oder dunkelblau, oder grünlich, von runder oder ovaler Form, fast niemals in der Mitte des Kerns, sondern fast immer excentrisch, nicht selten unmittelbar oder nahe an einem Punkte des Randes des Nucleus, nächst der innern Gränze des Zellenparenchyms liegend. Bei Anwendung einer 360-fachen und progressiv stärkeren, endlich der höchsten Vergrösserungen und bei sorgfältiger Untersuchung findet man, dass die äussere Contour des Nucleolus niemals eine geschlossene, ununterbrochene Linie bildet, und auch niemals eine streng mathematische Kreislinie oder ein Oval darstellt. Vielmehr ist diese äussere Contour des Nucleolus — in den meisten Fällen recht auffallend breit, wohl $^1/_{2000}$ bis höchstens $^1/_{1500}$''', und von dunkelschwarzer Farbe — mit feinen zahnartigen Ein- und Ausbuchtungen an mehr oder weniger zahlreichen Punkten versehen, die oft auffallend hervorspringen, und eben so an mehr oder weniger zahlreichen Punkten in ihrer Continuität unterbrochen. — Die Unterbrechungspunkte sind oft nur ganz fein, so dass sie erst bei der angestrengtesten, aufmerksamsten Beobachtung wahrgenommen werden; in den meisten Fällen ist es aber ganz leicht, die Nichtcontinuität der äusseren Contour des Nucleolus zu constatiren. Alsdann sieht man, dass von allen oder von den meisten Punkten, an welchen die dunkle Contour unterbrochen erscheint, hellere, mehr oder weniger feine Fortsätze ausgehen, die man in kürzerer oder längerer Strecke zu verfolgen im Stande ist. Diese Fortsätze erscheinen entweder in centrifugaler Richtung, in das Parenchym des Nucleus eintretend, oder in centripetaler Richtung gegen das Centrum des Nucleolus hin gerichtet.

a. Die centrifugal laufenden Fortsätze treten in zwei Formen auf, und zwar:

α. in der Form von ganz zarten, lichten Räumen, gleich den feinsten Elementarröhrchen, mehr oder weniger gewunden oder geschlängelt, selten in gerader oder schwach gebogener Linie laufend; sie lassen sich kürzere oder längere Strecken in das Parenchym des Nucleus hinein verfolgen. In seltenen Fällen findet man einen oder mehrere solcher Fortsätze des Nucleolus in geschlängelter Richtung durch die ganze Dicke des Parenchyms des Nucleus hindurch bis zum Zellenparenchym hin verlaufend. Die feinsten dieser Fortsätze erscheinen meist so zart und so wenig markirt, dass es oft schwer zu sagen ist, ob man hier in den Gränzen mikroskopischer Täuschung befindlich ist oder nicht.

β. Die andere Form, in welcher diese Fortsätze des Nucleolus auftreten, unterliegt dagegen nicht dem leisesten Zweifel und ist ohne alle Schwierigkeit zu erkennen; diese Fortsätze sind einer grösseren oder kleineren schwanzförmigen Verlängerung des Nucleolus gleich, und erstrecken sich in mehr oder weniger gerader oder gebogener Richtung in das Parenchym des Nucleus hinein, oft nur in kurzen Strecken, zuweilen bis durch die ganze Dicke des Nucleus-Parenchyms hindurch. In seltenen Fällen sieht man mehr als eine solche auffallende schwanzförmige Verlängerung des Nucleolus, oder eine Theilung der einen grösseren Verlängerung in zwei kleinere. In allen Fällen, wo diese schwanzförmigen Verlängerungen oder Fortsätze des Nucleolus breiter als $^1/_{1500}$''' sind, übertreffen sie diese Dimension doch nicht auffallend, und es lässt sich mit den jetzigen Hülfsmitteln mikroskopischer Unter-

[1]) Derselbe Umstand, welcher oben bei'm Nucleus erwähnt wurde, tritt auch häufig mit dem Nucleolus ein, dass nämlich letzterer fehlt, indem er in demjenigen Theil der Zelle, welcher in dem feinen Abschnitt sichtbar wird, nicht enthalten ist; vielmehr in dem Reste der Zelle, welcher vom feinen Segmente abgetrennt am Rückenmark noch haftet, zurückblieb. Zur Vermeidung von Missdeutungen führe ich daher an, dass ich den Nucleolus als constanten Bestandtheil jeder unverstümmelten Zelle ansehe.

suchung keine andere Structur an denselben erkennen, als diejenige, welche an den Elementarröhrchen erkennbar ist.

b. Die centripetal laufenden Fortsätze sind oft nur schwierig zu erkennen, weil sie gewöhnlich überaus fein, $^1/_{3000}'''$ meist, oft feiner und unmessbar erscheinen. Sie treten in verschiedenen Formen auf; häufig sieht man vier gegen das Centrum hin sich erstreckende und im Centrum unter rechten Winkeln zusammentreffende, also fast ein vollständiges Kreuz bildende feine helle Räume, Röhrchen oder Fäserchen, oder noch ähnlicher vier Speichen eines Rades, die in Kreuzesform von der Nabe ausgehen. — In andern Fällen sieht man nur drei, in andern zwei, in andern nur einen solchen centripetalen Fortsatz. Diese Fortsätze laufen nicht stets in gerader Linie; nicht selten sieht man sie ein wenig gewunden oder gebogen oder geschlängelt verlaufen. Zuweilen verlaufen sie auch nicht gegen das Centrum des Nucleolus hin, sondern einem kleinen Kreisfragment ähnlich, der Peripherie des Nucleolus mehr oder weniger parallel oder concentrisch.

Das Parenchym des Nucleolus tritt unter verschiedenen Formen auf, deren genauere Erkenntniss erst nach vielfältiger und angestrengter Untersuchung mehr oder weniger klar wird. Die Farbe des Parenchyms betreffend, so erscheint sie häufig je nach wechselndem Focus des Mikroskops wechselnd, bläulich, grünlich, himmelblau, röthlich, gelblich. Der Inhalt selbst erscheint bald körnig, bald faserig. Zuweilen sieht man einen Nucleolus mit zwei, drei oder vier oder mehr kleinen rundlichen Körnchen; bei einer unbedeutenden Verstellung des Focus erscheinen statt dieser Körnchen vier Fasern oder Röhrchen, welche in Kreuzesform in der Mitte des Nucleolus zusammentreffen. Die eben erwähnten feinen Körnchen sind bald von blauer, bald von rother Farbe. Meist aber findet man, dass das Centrum des Nucleolus-Parenchyms eine rothe Farbe hat, und dass — wenn sich ausser dem rothen Centralpunkte noch andere rothe Kernchen oder Punkte im Nucleolus vorfinden — letztere immer kleiner sind, als der im Centrum oder nächst dem Centrum befindliche rothe Punkt. Es ist nämlich zu bemerken, dass die rothe Centralschicht nicht ohne Ausnahme immer ganz genau im Centrum des Nucleolus befindlich ist. In den bei weitem meisten Fällen findet man aber bei anscheinend schärfster Einstellung des Nucleolus in den Focus des Mikroskops das Parenchym des Nucleolus deutlich aus drei concentrischen Schichten zusammengesetzt:

1) Die centrale Schicht. Dieselbe ist von rother Farbe, oft sehr intensiv hervorstechend, feuerroth oder rubinfarbig. Ihre Grösse variirt; oft stellt sie nur einen feinen Punkt von $^1/_{3000}'''$ Durchmesser dar, in häufigeren Fällen ist deren Durchmesser $^1/_{1500}$ bis $^2/_{1500}'''$ gleich. Ihre Gestalt ist meist rund. Diese Schicht wird von einer scharfen, dunklen, fast kreisrunden Linie oder Contour umgeben, welche sie von der folgenden, sie äusserlich umgebenden, Schicht trennt oder abgränzt. Jedoch ist diese schwarze Contour weniger breit oder stark als die äussere Contour des Nucleolus, obwohl ohne allen Zweifel nachweisbar vorhanden. Diese Contour bildet keine absolute Kreislinie, obgleich nahezu eine solche; sie ist nämlich an mehr oder weniger zahlreichen Punkten unterbrochen. Diese Unterbrechungen der Continuität genannter dunklen Contour erscheinen als diejenigen Stellen, von welchen mehr oder weniger deutliche feine Fortsätze oder Ausläufer der centralen Schicht des Nucleolus nach aussen treten. Diese Fortsätze stellen sich als hellere oder lichtere Räume von bläulicher Farbe dar, $^1/_{2000}$ bis $^1/_{3000}'''$ breit, oft unmessbar fein und nicht mit Sicherheit zu erkennen; in manchen Fällen aber von genügender Deutlichkeit, einem Elementarröhrchen ähnlich oder gleich, d. h. ein schmaler lichter Raum von zwei dunklen Contouren beiderseits begränzt, und von mehr oder weniger geschlängeltem Verlaufe. In nicht seltnen Fällen verfolgt man einen oder den andern dieser Fortsätze in centrifugaler Richtung durch die übrigen Schichten oder durch die ganze Dicke des Nucleolus hindurch, bis in das Parenchym des Nucleus hinein, und in diesem selbst auf kürzere oder längere Strecken in Continuität. Selten oder nie verlaufen diese Fortsätze in gerader Linie, sondern meistens geschlängelt oder vielfach gewunden; hie und da sieht man dieselben bifurcatorisch sich theilen, resp. Aeste abgeben

oder mit andern gleichen communiciren, wie dies bei Beschreibung des Nucleus-Parenchyms angegeben worden ist.

2) Die Mittelschicht, welche die rothe centrale zunächst umgiebt, erscheint als ein blauer Kreis, oder als eine kreisförmige Schicht von mehr oder weniger dunkelblauer Farbe, rings um das rothe Centrum herum gelagert. Ihre Grösse, d. h. die Breite dieser Schicht variirt; oft ist sie die breiteste und nimmt über die Hälfte des Flächeninhalts des Nucleolus ein; oft ist sie nur $^1/_{1500}$''' breit oder schmäler. Eben so wie diese blaue Schicht nach innen von der rothen Centralschicht durch die schwarze Contour der letzteren an den meisten Stellen scharf abgegränzt ist, eben so ist sie auch nach aussen duch eine auffallende, dunkle, schwarze Contour von der folgenden (äussersten) Schicht des Nucleolus abgegränzt. Diese Contour ist gleichfalls feiner als die äussere Contour des Nucleolus; aber ganz sicher nachweisbar vorhanden; sie ist kreisförmig, bildet aber eben so wenig einen geschlossenen Kreis, als die andern bereits erwähnten dunklen Contouren des Nucleolus. Vielmehr ist auch sie an mehr oder weniger zahlreichen Punkten in ihrer Continuität unterbrochen. Von diesen Punkten aber, in welchen die Contour ihre Continuität unterbrochen zeigt, gehen mehr oder weniger feine Fortsätze der blauen Schicht in centrifugaler Richtung durch die äusserste Schicht des Nucleolus hindurch und in das Parenchym des Nucleus hinein. Ihre äussere Form und die Art ihres Verlaufes unterscheidet sich nicht von den Fortsätzen der centralen rothen Schicht. Ausser diesen centrifugalen Fortsätzen sieht man hie und da auch centripetale, in die rothe Centralschicht eindringende Fortsätze; diese letzteren sind aber so fein und so schwierig zu erkennen, dass man vor Täuschungen wohl auf der Hut sein und sich vorerst mit dem Bekenntniss begnügen muss, dass erst kräftigere optische Hülfsmittel, als die heutigen uns zu Gebote stehenden, diese zarten Structurverhältnisse aufzuklären im Stande sein werden.

3) Die äussere oder peripherische Schicht des Nucleolus, welche also die innersten Schichten des Nucleus berührt, resp. die imaginäre Höhle im Nucleus zunächst ausfüllt, giebt sich als eine orangegelbe, kreisförmige Schicht zu erkennen, welche um die blaue mittlere Schicht des Nucleolus rings herumgelagert ist. Diese Schicht ist oft so schmal, dass sie nur mit Anstrengung zu erkennen ist (oft weniger als $^1/_{3000}$'''); in den meisten Fällen aber ist sie ohne allen Zweifel erkenntlich, $^1/_{1500}$''' an fast allen Stellen breit. Diese Schicht wird von der blauen mittleren Schicht durch die scharfe schwarze kreisförmige Contour getrennt, welche oben als die äussere Contour der blauen Schicht beschrieben worden, und die also zugleich als die innere Contour der gelben (äussersten) Schicht anzusehen, d. h. beiden genannten Schichten (der gelben und blauen) gemeinschaftlich ist. Von dem Parenchym des Nucleus wird diese gelbe Schicht durch die bereits beschriebene auffallend breite und schwarze äussere Contour des Nucleolus gesondert. Auch diese gelbe Schicht bildet eben so wenig, als ihre Contouren geschlossene Kreise sind, eine regelmässige, geschlossene, kreisförmige Schicht; vielmehr ist sie an mehr oder weniger zahlreichen Stellen mit Ausläufern oder Fortsätzen versehen, welche entweder in centrifugaler Richtung in das Parenchym des Nucleus eindringen, oder in centripetaler Richtung in die blaue oder zugleich in die rothe Schicht des Nucleolus einstrahlen. Alles, was ich von den betreffenden Fortsätzen der rothen und blauen Schicht des Nucleolus gesagt habe, gilt auch, in Bezug auf Farbe, Form, Art des Verlaufs, wie ihrer ganzen äusseren Erscheinung, von den Fortsätzen der gelben Schicht des Nucleolus.

E. Die Fortsätze der Nervenzelle.

Eine jede Nervenzelle besitzt Fortsätze, mittelst deren sie die mannichfaltigsten Verbindungen mit der sie umgebenden Nervenmasse, benachbarten Zellen, oder Nervenprimitivfasern u. s. w. eingeht. Diese Fortsätze erscheinen unter zweierlei Formen, als breite oder dicke, und als feine Fortsätze oder Verlängerungen der Zelle.

a. Die breiten oder dicken Fortsätze sind die bekannten Verlängerungen, die aus den sogenannten Polen der uni-, bi- oder multipolaren Zellen hervorgehen. Ihre Structur unterscheidet sich in keiner Weise von dem des Parenchyms der Zelle, und alles, was von diesem gesagt worden, gilt auch von diesen Verlängerungen der Zelle; diese sind also zusammengesetzt aus einer dichtverflochtenen Masse von Elementarröhrchen, die in den verschiedensten Richtungen unter einander verwoben sind, sich durchkreuzen, mit einander communiciren u. s. w. Da auf einem feinen Abschnitt diese Röhrchen in den mannichfaltigsten Winkeln von dem Schnitt getroffen werden, so bieten sie neben den kurzen Strecken ihrer Continuität auch die mannichfaltigsten Formen ihrer Querdurchschnittsflächen dar. Diese Fortsätze erstrecken sich kürzere oder längere Strecken in die Umgebung der Zelle hinein, ohne an Umfang auffallend abzunehmen, und senden auf diesem Wege aus zahllosen Punkten ihrer Peripherie feine Elementarröhrchen nach den verschiedensten Richtungen aus, welche mit ähnlichen benachbarten sich vereinigen, oder sie nehmen an den betreffenden Punkten zugleich Elementarröhrchen aus ihrer Umgebung in sich auf. In ihrem weiteren Verlaufe zeigen sie ein verschiedenes Verhalten, und zwar bietet sich dieses unter drei Formen:

α. Nach kürzerem oder längerem Verlaufe tritt eine Verringerung der Dicke dieser Fortsätze ein, indem sie sich bifurcatorisch theilen, und diese Theilung wiederholt sich im weitereren Verlaufe in bekannter Weise so häufig, dass endlich die ganze Masse des dicken Zellenfortsatzes sich in die feinsten Elementarröhrchen aufzulösen scheint, welche mit Elementarröhrchen von anderen Zellen oder Nerven-Primitivfasern, näher oder ferner von der Umgebung der betreffenden Zelle, die zahlreichsten und mannichfaltigsten Verbindungen eingehen.

β. Der Zellenfortsatz tritt, ohne sich an Umfang auffallend vermindert zu haben, in eine benachbarte Zelle ein, und bildet auf solche Weise die auch mit ganz schwachen Vergrösserungen wahrnehmbaren Verbindungen zweier Zellen untereinander durch einen dicken oder breiten Fortsatz, der demnach beiden Zellen gemeinschaftlich ist. Auf dem Wege zwischen den beiden Zellen giebt aber der betreffende Fortsatz ebenwohl Elementarröhrchen in grösserer oder kleinerer Anzahl an seine Umgebung ab, oder nimmt aus letzterer Elementarröhrchen in sich auf.

γ. Der Zellenfortsatz tritt in eine breite, sogenannte doppeltcontourirte oder dunkelrandige Primitivfaser ein. Ueber die Art und Weise, wie sich der Zellenfortsatz in die Primitivfaser umbildet, oder welche Veränderungen in der Structur des Zellenfortsatzes und der Nervenprimitivfaser gerade an derjenigen Stelle Statt finden, an welcher die imaginäre Gränze beider, oder der Uebergangspunkt des einen in die andere eintritt, darüber werde ich an späterer Stelle genauer reden; ich bemerke nur einstweilen, dass die Umbildung eines Nervenzellen-Fortsatzes in eine Nervenprimitivfaser keine sehr auffallenden, oder abweichenden verschiedenen Structurveränderungen voraussetzt, sondern dass nur die Anordnung der Elementarröhrchen eine etwas verschiedene ist, sobald der Zellenfortsatz in die Primitivfaser übergeht oder umgekehrt.

b. Die schmalen oder feinen Fortsätze der Zelle gehen aus zahllosen Punkten ihrer Peripherie nach den verschiedensten Richtungen ab, und sind in ihrem ganzen äusseren Verhalten den Elementarröhrchen gleich. Alles, was ich daher von den in centrifugaler Richtung ausgehenden Fortsätzen der Zellenhülle gesagt habe, gilt von diesen feinen Fortsätzen der Nervenzelle, als identisch mit jenen.

* * *

Die im Vorausgehenden beschriebenen Thatsachen finde ich an den grossen Nervenzellen im Rückenmarke sämmtlicher Thierklassen, der Säugethiere, Vögel, Fische, Amphibien etc., sei es auf Längs-, sei es auf Quer- oder Schrägabschnitten. Das Rückenmark des Kalbes, des Ochsen, des Menschen, des Frosches, das Rückenmark von Petromyzon fluviatilis mit seiner auffallend grossen (rundlichen) Zellengattung sind für den Anfang die passendsten Objecte zur Untersuchung. Die näm-

lichen Resultate ergeben sich im Allgemeinen aus der Untersuchung der peripherischen Nervenzellen im weitesten Sinne des Wortes, dergestalt, dass ich nach den Ergebnissen meiner bisherigen Untersuchungen den Satz aufstellen muss, dass die sämmtlichen Nervenzellen der Centralorgane wie der peripherischen Theile des Nervensystems in allen wesentlichen Theilen einander gleich sind. In den folgenden Mittheilungen wird daher, wie im Vorausgegangenen, überall, wo von Nervenzellen die Rede ist, die Voraussetzung stillschweigend angenommen, dass, was von der einen Zelle gilt, auch von jeder andern statuirt werden muss. Unsere heutigen Hülfsmittel gestatten zwar nur an den grösseren Nervenzellen die Nachweise zu liefern, welche ich oben gegeben. Die kleineren und kleinsten Nervenzellen bieten verhältnissmässig zu feine Elemente dar, um mit unsern Mikroskopen schon mit gleicher Sicherheit erforscht werden zu können.

2. Versuch einer physikalischen Aetiologie der hauptsächlichsten optischen Erscheinungen, welche die Nervenzelle unter dem Mikroskope bei durchgehendem Lichte darbietet [2]).

Die ausführlicheren Erörterungen über die Entstehung der dunklen Contouren etc. der Nerven-Primitivfaser, welche ich oben, pag. 711, gegeben habe, gestatten mir bei Erörterung der analogen Erscheinungen, welche an der Nervenzelle beobachtet werden, mich kürzer zu fassen, und mich auf das Vorausgehende zu beziehen.

a. Hülle der Nervenzelle. Die einfache Contour der Nervenzellen-Hülle, welche bei den schwachen Vergrösserungen, und die Doppelcontour derselben, welche bei den starken Vergrösserungen erscheint, ist, wie an der Nervenprimitivfaser, die Folge des Gang-Unterschieds der Lichtwelle, also eine vollständige Interferenz-Erscheinung. Die Erklärung der dunklen Contouren, sowie der bläulichen Färbung in ihrem Zwischenraume, ist dieselbe, wie bei der Nerven-Primitivfaser angegeben worden ist. Das Nämliche muss von den von mir sogenannten Elementarröhrchen, welche in dem künstlich erzeugten Raume zwischen Nervenzellen-Hülle und Nervenzellen-Parenchym erscheinen, gesagt werden; nicht minder auch von den centrifugal laufenden Elementarröhrchen, welche sich mit den benachbarten Nervenzellen oder Nervenprimitivfasern in Verbindung setzen. — Dass dieselben nicht als Sprünge oder Risse zu deuten seien, wird durch den Umstand schlagend bewiesen, dass solche ganz isolirt dargestellt werden können, und zwar sowohl in dem Raum zwischen Nervenzellen-Hülle und Parenchym, wie auch am Aussenrand der Nervenzellen-Hülle.

b. u. *c.* Parenchym der Nervenzelle und des Nucleus. Dieselbe Erklärung wie für die Contour der Nerven-Primitivfaser und Nervenzellen-Hülle gilt auch für die Contour, resp. Doppelcontour des Nervenzellen-Parenchyms und des Nucleus, für die faserigen Massen im Innern des Nervenzellen-Parenchyms und Nucleus, und für die punktförmigen, körnigen Massen, welche bald als eine einfache dunkle Kreislinie mit hellerer Mitte, bald als eine aus zwei concentrischen Kreislinien, die verschiedenfarbige Schichten einschliessen, bestehende Masse sich darbieten.

In Betreff der sogenannten Pigment-Flecke des Nervenzellen-Parenchyms, lässt sich nichts Anderes ermitteln, als dass es Interferenz-Erscheinungen sind, erzeugt durch ein Gewebe, in dem die Interferenz-Phänomene der einzelnen Elemente sich decken, und daher die feinen punktförmigen Contouren hervorbringen.

[2]) Alles, was ich oben, p. 719, bei der physikalischen Analyse der von der Nervenprimitivfaser dargebotenen optischen Erscheinungen in Betreff der Schwierigkeit der Aufgabe, der geringen Sicherheit bei deren Lösung, u. s. w. gesagt habe, setze ich hier selbstverständlich auch von der Forschung über die Textur der Nervenzelle voraus.

d. Nucleolus. Die optischen Erscheinungen, welche wir am Nucleolus beobachten, sind sowohl in Bezug auf die an und in demselben zu gewahrenden Contouren, wie in Betreff der an ihm auftretenden Farben-Erscheinungen am schwierigsten zu deuten, insofern die betreffenden Phänomene eben so wohl von einem durchsichtigen, wie von einem undurchsichtigen, sphärischen, sphäroidischen oder ellipsoidischen Körper herrühren, oder von einem einfachen derartigen, eben so wie von mehreren in einander eingeschlossenen Körpern erzeugt werden können.

Betrachten wir zuvörderst die dunklen Contouren, und hiernach die Farben-Erscheinungen, welche sich am Nucleolus bei den stärkeren Vergrösserungen von 360 aufwärts beobachten lassen.

1) Die dunklen Contouren. Gehen wir von der nicht zu bezweifelnden Voraussetzung aus, dass der Nucleolus ein sphäroidischer oder ellipsoidischer Körper, und dass er weniger durchsichtig als seine Umgebung sei, oder vielmehr, dass er den Gang der durch ihn tretenden Lichtwelle mehr verlangsame als das ihn umgebende Mittel, so muss — bei der Einstellung desselben in den Focus des Mikroskops — der Gang der Lichtstrahlen durch die Mitte des Nucleolus, oder gegen dessen Mitte hin, wegen der grösseren zurückzulegenden Weglänge, mehr verlangsamt sein, als am Rande desselben, und die Strahlen, welche durch den Rand des Nucleolus gehen, müssen einen verlangsamteren Gang haben, als die, welche durch die Umgebung des Nucleolus hindurchgehen. Hierdurch allein würde also schon, im Groben genommen, ein dreifacher Gangunterschied der Lichtwelle bedingt werden, und somit eine Interferenz-Erscheinung, welche eine zwei- bis dreifache dunkle Contour, resp. noch mehrere, zum Vorschein bringen müsste.

Das Vorstehende gilt von einem ellipsoidischen Körper, dessen Aether weniger elastisch ist, als der des ihn umgebenden Mediums. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass die nämlichen optischen Erscheinungen auch von einem solchen Körper erzeugt werden können, bei dem das umgekehrte Verhältniss Statt findet, wie sich aus den Interferenz-Erscheinungen ergiebt, welche wir an Spalten oder runden und dergl. Oeffnungen beobachten. — Aus den optischen Erscheinungen, welche der Nucleolus darbietet, ausschliesslich können wir also vorerst keinen entscheidenden Schluss über dessen Verhältniss zur durchgehenden Lichtwelle, verglichen mit dem entsprechenden seiner Umgebung, ziehen. Bei den starken Vergrösserungen, von 4 bis 500 an, sehen wir, dass die eben erwähnten dunklen concentrischen kreisförmigen Linien nichts weniger als absolute Kreise, sondern dass sie vielfach unterbrochen, wellenförmig, gleichsam wie mit Stacheln versehen sind, die in centrifugaler, wie in centripetaler Richtung stehen, und dass diese Ein-, resp. Ausbuchtungen häufig Fortsätze (der verschiedenen Schichten) des Nucleolus bilden, welche bald in langen Strecken in das Parenchym des Nucleus hinein, bald auch bis in die Mitte oder in das Innere des Nucleolus hinein verfolgt werden können; zuweilen sieht man einen solchen langen Fortsatz, der von der Peripherie des Nucleus-Parenchyms aus in Continuität in den Nucleolus eindringt und in Continuität in dessen Inneres verfolgt werden kann. Bei scharfer mikroskopischer Beobachtung sieht man die verschiedenen höheren und tiefer liegenden Schichten des Nucleolus, und unterscheidet, wie die oberflächlichsten Schichten desselben in höherer Ebene liegen, als der bezeichnete Fortsatz, oder das Elementarröhrchen, welches in die mittleren Schichten, resp. Ebenen des Nucleolus continuirlich in unzweideutiger Weise sich verfolgen lässt. In diesen Strecken bieten die genannten Fortsätze zwei dunkle, meist einander parallele Contouren, welche eine hellere Mitte begränzen, und erscheinen ganz wie die übrigen Elementarröhrchen der Nervenzellen oder der Nerven-Primitivfasern. — Die physikalische Erklärung der eben genannten Phänomene ist dieselbe, wie bei den Elementarröhrchen.

Ausser den zwei oder drei dunklen im Ganzen concentrischen und kreisförmigen Contouren, welche bei scharfer Einstellung in den Focus in dem Nucleolus und an seiner Peripherie beobachtet werden, sehen wir häufig bei geringer Aenderung in der Stellung des Focus, je nachdem wir die obersten, mittleren oder untersten Schichten des Nucleolus einstellen, sehr verschiedenartige dunklere

Contouren im Innern des Nucleolus, Contouren oder dunkle Linien, welche bald als kleine Kreise oder Ringe, bald als zwei parallele Linien, jene wie diese einfach oder in mehrfacher Zahl, die Kreise in verschiedener Stellung zu einander, die Parallel-Linien gekreuzt, oder gebogen, — natürlich nur innerhalb sehr kleiner Strecken — erscheinen.

Alle diese dunklen Contouren sind zu erklären als die verschiedenen Interferenz-Erscheinungen, welche die verschiedenen, in dem Innern des Nucleolus in verticaler, horizontaler oder in einer mittleren Richtung verlaufenden Elementarröhrchen bewirken, und die, je nach der Richtung des betreffenden Elementarröhrchens gegen die eingestellte Horizontalebene, bald sich in Continuität zeigen, also die Contouren von Elementarröhrchen in kurzen Strecken darbieten, bald nur ihre ideellen Querdurchschnittsflächen, resp. ihre Umbeugungs-Winkel unserm Auge zuwenden, und dann das Interferenz-Phänomen einer dunklen Kreislinie bewirken.

Alle die im Vorausgehenden besprochenen Phänomene können von einem einfachen sphärischen oder ellipsoidischen Körper hervorgebracht werden. Dieselben könnten aber auch erzeugt werden von einem aus mehreren in einander eingeschlossenen Kugeln zusammengesetzten Ellipsoid, das durchsichtiger oder undurchsichtiger ist als das umgebende Medium. Denn jedes der einzelnen supponirten Ellipsoide erzeugt nothwendiger Weise ein Interferenz-Phänomen. Diese Phänomene decken sich theilweise, theilweise wiederstreiten sie sich vollständig, und erzeugen dadurch eine neue dunkle Contour.

Wenden wir uns nun 2) zur Erörterung der F a r b e n - E r s c h e i n u n g e n am Nucleolus. Aus dem Vorausgegangenen, und den bei den Farben-Erscheinungen, welche die Nervenprimitivfaser darbietet, oben p. 717 bereits gegebenen Erläuterungen, wissen wir, dass bei jedem Interferenz-Phänomen ausser den dunklen Contouren auch Farben-Spectra entstehen. Streng genommen müssten wir auch am Nucleolus zwischen jeder der dunklen Contouren ein vollständiges Spectrum (aller sieben Regenbogenfarben) erblicken. Dass dieses aber wegen der grossen Krümmung der Lichtwelle im vorliegenden Falle nicht geschieht, weil die einzelnen Farben so nahe neben einander liegen, dass wir sie wegen der Schwäche unsrer Sinne nicht gewahren, resp. weil die einzelnen Farben sich übereinander lagern und sich gegenseitig vernichten — das ist oben, p. 718, gleichfalls auseinandergesetzt worden. Wir sehen also von jedem der betreffenden Spectra nur einen Theil. — Dass wir nun die c e n t r a l e S c h i c h t des Nucleolus roth gefärbt erblicken, kommt daher, dass bei der grossen Krümmung der Lichtwelle nur ein Theil der letzteren zur Beleuchtung der centralen Schicht beiträgt, und zwar derjenige Theil derselben, für welchen sich, bei der einen Einstellung des Objects in den Focus, das rothe Licht nicht interferenzirt. Deshalb erscheint uns die centrale Schicht des Nucleolus roth; bei scharfer Beobachtung finden wir, dass der Mittelpunkt dieser Schicht sich der weissen Farbe nähert, und dass diese — gegen die innerste dunkle Contour, d. h. nach dem Rande der rothen Schicht hin — in ein dunkles Roth übergeht. — Die blaue Farbe der M i t t e l s c h i c h t des Nucleolus erklärt sich in folgender Weise: Wegen der kugelförmigen Gestalt des Nucleolus interferenzirt sich für den vom Centrum etwas entfernteren Theil desselben, d. h. für den, die rothe Schicht nach aussen zunächst begränzenden, Theil des Nucleolus, das Roth, und somit auch das Violett, während der Complex der mittleren Farben bleibt, nämlich das Blau. Aus diesem Grunde sehen wir die rothe Centralschicht des Nucleolus von einer blauen umgeben. — Für die ä u s s e r s t e S c h i c h t des Nucleolus müssten wir nun wieder Roth erhalten. Dieses ist aber wegen der veränderten Lage der betreffenden Schicht zum Objectiv nicht der Fall, indem ein grösserer Theil der Lichtwelle zur Beleuchtung der resp. Schicht beiträgt, und mithin die dem Roth zunächst stehenden Farben zugleich auftreten. Daher ist das Roth nicht rein, sondern sehr viel mit Blau und Gelb gemischt, somit orangefarbig.

Dass die im Vorausgehenden besprochenen farbigen Schichten des Nucleolus unter Umständen sich verwechseln können, d. h. dass das Centrum des Nucleolus blau, die folgende Schicht roth u. s. w. erscheinen kann, wenn die Form des Nucleolus, die Krümmung der Lichtwelle, das Diaphragma des

Mikroskops u. s. w. sich ändern, je nachdem sich die eine oder die andere Farbe interferenzirt, — versteht sich von selbst.

So wie nun die verschiedenen dunklen Contouren des Nucleolus eben so wohl die Folgen eines einfachen Ellipsoids oder Sphäroids, wie die einer aus mehreren in einander eingeschlossenen ellipsoidischen oder sphäroidischen Körpern bestehenden Kugel sein können, — eben so können auch die erörterten Farben-Erscheinungen von einem einfachen, wie von mehreren in einander eingeschlossenen kugelförmigen Körpern herrühren. Eine genauere Erklärung ist nach dem Vorausgegangenen überflüssig.

Schlussfolgerungen über den Bau der Nervenzelle, gegründet auf die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung und die physikalische Aetiologie der optischen Erscheinungen, welche die Nervenzelle unter dem Mikroskope darbietet.

Die bevorwortenden Bemerkungen, welche ich bei der Nervenprimitivfaser oben, p. 719, gegeben habe, müssen auch bei der Nervenzelle wiederholt werden. In Betreff der Form der Nervenzelle bedarf es wohl keiner genaueren Auseinandersetzung, dass sie als ein sphäroidischer Körper anzusehen ist. In Bezug auf die Textur der Nervenzelle lässt sich eben so wenig bezweifeln, dass sie aus mehreren, in einander eingeschlossenen, differenten gröberen Theilen, der Hülle, dem Nervenzellen-Parenchym, dem Nucleus und dem Nucleolus besteht, welche sich isolirt darstellen lassen. Dass die feinsten Elemente der eben genannten gröberen Gebilde aus den von mir unter der Bezeichnung „Elementarröhrchen" begriffenen Theilen zusammengesetzt sind, folgt aus den nämlichen Gründen, welche ich oben, p. 720, für die gleiche Behauptung in Bezug auf den elementaren Bau der Nervenprimitivfaser mitgetheilt habe, nämlich daraus, dass sich die Elementarröhrchen der Nervenzellenhülle, des Parenchyms und des Nucleus nicht selten isolirt darstellen lassen, ausserdem aber auch daraus, dass diese Elementarröhrchen in allen Horizontalebenen der Nervenzelle und nicht blos an ihrer Oberfläche mit dem Mikroskop wahrgenommen werden. Dass auch zur Constituirung des Nucleolus die Elementarröhrchen beitragen, ist durch die von ihm ausgehenden Ausläufer resp. durch die in ihn eintretenden Elementarröhrchen, welche mit allen Attributen der übrigen Elementarröhrchen der Nervenzelle versehen sind, kaum zu bezweifeln. Diese Annahme wird dadurch bewiesen, dass die betreffenden Elementarröhrchen in das Innere des Nucleolus eintreten, und im Innern desselben in den verschiedensten durch ihn gelegten Horizontalebenen wahrgenommen werden.

In so fern erhellt aus der physikalischen Erörterung der betreffenden optischen Erscheinungen, dass der Nucleolus nicht als ein einfacher, sondern als ein aus mehreren in einander eingeschlossenen Theilen zusammengesetzter Körper anzusehen sei. Ob diese einzelnen feinsten Theile aber mehreren in einander eingeschlossenen Bläschen- oder Kugelgebilden angehören, geht daraus nicht hervor. Die Interferenz-Phänomene, welche der Nucleolus — der gewissermaassen als ein optischer Apparat unter dem Mikroskop betrachtet werden kann — bewirkt, lassen eben so wohl die eine wie die andere Meinung zu. Wie gross die Gefahr der Täuschung bei den hier zu ziehenden Schlüssen ist, sehen wir aus dem Umstande, dass ein jeder entsprechend kleine, undurchsichtige, runde Körper, unter Umständen, die nämlichen optischen Erscheinungen unter dem Mikroskop erzeugt, wie der Nucleolus, und dass in leuchtenden Körpern, durch die Interferenz ihrer Lichtstrahlen bei Anwendung starker Vergrösserungen, dunkle concentrische Kreise beobachtet werden, eine Thatsache, welche Herschel [3]) bei Beobachtung von Sternen unter starker Vergrösserung fand. Weit entfernt also, dass die verschiedenen dunklen

[3]) J. J. W. Herschel, vom Licht. Aus d. Engl. übers. v. J. C. E. Schmidt; Stuttgart 1831. 8. p. 415. 416. Herschel fand auch Farben an den Rändern der dunklen Ringe.

Contouren im Nucleolus als die optischen Phänomene eben so vieler wirklicher Gränzen im Innern des Nucleolus betrachtet werden müssten, ist es auch a priori eben so unzulässig, die verschiedenen Farbenringe des Nucleolus als die Folgen verschiedener Medien im Innern des Nucleolus anzusehen. Vom physikalischen Gesichtspunkte aus kann man nur die Möglichkeit zugeben, dass jene Erscheinungen durch verschiedene Schichten resp. Kugeln im Nucleolus hervorgerufen werden.

Dagegen ist vom anatomisch - mikroskopischen Standpunkte aus geltend zu machen, dass — trotz der relativen Kleinheit des Nucleolus — es doch nicht wahrscheinlich ist, dass ihm eine noch feinere Textur abgehe, und dass die centrifugalen wie die centripetalen Fortsätze des Nucleolus, die doch ein materielles Substrat zur Basis haben, in dem Innern des Nucleolus in einer ganz bestimmten Ordnung gegen einander gruppirt oder gelagert sind. — Nach allen diesen Voraussetzungen muss die folgende allgemeine Beschreibung des feinsten Baues der Nervenzelle vorläufig — bis zur Auffindung entscheidender modificirender Thatsachen — Anspruch auf Berechtigung haben.

4. Allgemeine Beschreibung des feinsten Baues der Nervenzelle.

Vergleichen wir die im Vorausgegangenen mitgetheilten Thatsachen, so müssen wir eine jede Nervenzelle betrachten als einen im Ganzen eiförmigen oder sphärischen, bald mehr bald weniger abgeplatteten, daher bald mehr der Kugelgestalt, bald der Spindel-, Birn-, Kegel- oder Pyramidengestalt u. s. w. sich in Hinsicht auf die Form annähernden, wohl nie ganz regelmässige Formen zeigenden Körper, zusammengesetzt aus einer zahllosen Masse feinster und feiner Röhrchen, den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern (welche im Vorhergehenden beschrieben sind) in ihrer äusseren Erscheinung gleich. Diese Röhrchen bilden ein unter sich auf das Mannichfaltigste und Innigste zusammenhängendes Gewebe, das an verschiedenen Stellen der Zelle verschieden dicht und verschieden angeordnet ist, und daher auch die äussere Erscheinung verschiedener Abtheilungen der Zelle bedingt, die aber keineswegs als getrennte, von einander gesonderte, sondern vielmehr als auf das Innigste durch communicirende Röhrchen mit einander in Verbindung stehende Theile betrachtet werden müssen. Als solche Theile der Zelle kann und muss man zum besseren Verständniss unterscheiden: 1) Die Hülle; 2) das Parenchym der Zelle; 3) den Kern, Nucleus; 4) das Kernkörperchen, Nucleolus; 5) die Fortsätze der Zelle.

1) Die Hülle, oder die Zellenmembran, wird gebildet von den äussersten, an der äusseren Oberfläche der Zelle befindlichen, Lagen der Elementarröhrchen. Dieselben bilden hier ein bis jetzt noch nicht genügend in Bezug auf das Gesetz seiner Textur erkanntes Gewebe, durch welches die Anordnung dieser Elementarröhrchen in der Form einer Art von Membran bedingt wird. Das lässt sich aber mit Bestimmtheit sagen, dass diese äusserste Lage oder diese äussersten Lagen der Elementarröhrchen der Zelle ein sehr verworrenes, auf das Mannichfaltigste durch die communicirenden Röhrchen mit einander verbundenes und verflochtenes Netz- oder Filzwerk bilden, in welchem aber allerdings an vielen Stellen die einzelnen Röhrchen längere Strecken in geraden Linien und in einer und derselben Ebene verlaufen als an den meisten andern Punkten der Zelle, daher auch in feinen Abschnitten in Continuität gesehen werden, wodurch die Erscheinung der Doppelcontour, obwohl vielfach unterbrochen, an der Zellenmembran erklärt werden kann. Diese feinen Elementarröhrchen, welche die Zellenhülle zusammensetzen, setzen sich sowohl in centripetaler Richtung in das Innere der Zelle, wie in centrifugaler Richtung in die Umgebung der Zelle fort, und hängen nach innen mit dem eigentlichen Zellen-Parenchym, nach aussen mit benachbarten Gebilden, resp. Nervenzellenhüllen oder Nervenprimitivfasern, auf das Innigste zusammen.

Die in der Zellenhülle, oder dicht an ihr gleichsam haftend, an ihrer imaginären inneren oder äusseren Fläche nicht selten (sogar sehr häufig) erscheinenden Gebilde, welche dem Nucleolus einer Nervenzelle oder der Querdurchschnittsfläche des Axencylinders einer Nervenprimitivfaser täuschend

ähnlich, resp. gleich sind [4]), muss ich für die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Nervenzellen-Fortsätzen oder für die wirklichen Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern solcher Nervenprimitivfasern halten, welche sich in die Nervenzelle einsenken, resp. von ihr entspringen, und die von den verschiedenen Punkten der Hülle aus in die verschiedensten Punkte des Parenchyms, resp. des Nucleus der Zelle, bis in den Nucleolus eintreten, worüber weiter unten ein Genaueres.

2) Das Parenchym der Zelle ist eine sphärische oder sphäroidische, oder sehr verschiedenartig geformte, festweiche, ziemlich derbe Masse, mit einer imaginären durch den Nucleus und Nucleolus ausgefüllten excentrischen Höhlung. Dieses Parenchym besteht aus eben solchen Elementarröhrchen, wie die Hülle der Zelle selbst. Aber die Anordnung dieser Röhrchen, das Gesetz ihrer Textur, ist in dem Parenchym ein anderes als das in der Zellenhülle. Das Gewebe und die Verfilzung der einzelnen Röhrchen ist in dem Parenchym ein viel dichteres, noch weniger entwirrbares, und complicirteres als in der Zellenhülle, der gewundene Verlauf der einzelnen Elementarröhrchen, ihre Communicationen unter einander sind noch viel complicirter, dergestalt, dass das Parenchym der Zelle eine viel festere, derbere Beschaffenheit erlangt, als das Gewebe der Zellenhülle, nicht unähnlich einer aus unzähligen feinen Röhrchen zusammengesetzten Drüse von derber Structur. Nur an der äussersten Oberfläche, wo das Zellenparenchym mit der Zellenhülle in Verbindung steht, scheint die Anordnung der Elementarröhrchen des Zellenparenchyms ähnlich derjenigen der Zellenhülle zu sein, d. h. die einzelnen Elementarröhrchen scheinen hier häufig längere Strecken hindurch in mehr oder weniger gerader Linie oder in einer und derselben Ebene zu verlaufen, dergestalt, dass in einem feinen Schräg-, Längs- oder Querabschnitt der Zelle längere oder kürzere Strecken einzelner Elementarröhrchen in ungetrennter Continuität erscheinen, daher die Doppelcontour des Zellenparenchyms (wiewohl vielfach unterbrochen) bewirken und deren Erklärung in dieser Weise wahrscheinlich machen. Aber auch an dieser äusseren Oberfläche des Zellenparenchyms bilden darum dennoch die Elementarröhrchen die mannichfaltigsten Verbindungen, Kreuzungen etc. unter einander, und erzeugen nicht etwa ein membranartiges, in sich abgeschlossenes Gewebe, vielmehr gehen aus diesem Gewebe oder aus dieser äussersten Gewebeschicht des Zellenparenchyms zahllose Elementarröhrchen nach innen wie nach aussen (centripetal wie centrifugal) und setzen sich in Verbindung sowohl mit den übrigen Schichten des Zellenparenchyms, als auch mit der Zellenhülle.

Ausser den Elementarröhrchen findet man im Zellenparenchym an verschiedenen Punkten desselben die Querdurchschnittsflächen von einem oder mehreren Axencylindern solcher Nervenprimitivfasern, welche in die betreffende Zelle sich einsenken, resp. von ihr entspringen, und deren Verhalten innerhalb der Zelle noch nicht genügend aufgeklärt ist, worüber ich jedoch weiter unten einige genauere Mittheilungen zu machen gedenke.

Die sogenannten Pigmentablagerungen, welche man in vielen Zellen an den verschiedenen Stellen des Zellenparenchyms findet, sind in Bezug auf ihre Bedeutung und ihre materielle Beschaffenheit noch zu wenig bekannt, als dass sich jetzt schon etwas allgemein Gültiges über dieselben aufstellen liesse.

3) Der Nucleus, oder Kern der Zelle, muss im Ganzen als ein kugelförmiger oder sphäroidischer, im Innern des Zellenparenchyms gewöhnlich excentrisch liegender, und aus den nämlichen Elementen und in fast gleicher Weise zusammengesetzter Theil wie das eben beschriebene Parenchym der Zelle betrachtet werden. Die Verschiedenheit im äusseren Ansehen, dass der Kern oft dunkler, oft

[4]) Die Kerne in der Hülle der Nervenzelle sind von mir, eben so wie die Kerne in der Hülle der Nervenprimitivfaser, mit Absicht nicht hier genauer besprochen worden. Ich bemerke hier, dem etwaigen Vorwurf gegenüber, dass ich die Kerne der Zellenhüllen, die in peripherischen Nervenzellen häufig sehr zahlreich vorkommen, mit ähnlichen Gebilden verwechselt hätte, — dass ich sorgfältig mich vor derartigen Täuschungen zu hüten stets bestrebt war. Dass ich auf die Kerne der Nervenzellenhülle nicht specieller eingehe, geschieht desshalb, weil ich an anderem Orte in ausführlicher Darstellung darauf zurückzukommen gedenke.

heller erscheint, oder anders gefärbt als das ihn umgebende Parenchym, deuten allerdings auf eine gewisse Verschiedenheit hin, welche in dem Gesetze seiner molekularen Anordnung, oder in der materiellen Beschaffenheit seiner Bestandtheile in Vergleich zu demjenigen des Zellenparenchyms obwalten mag; indessen sind unsere heutigen Hülfsmittel der Mikrotomie nicht genügend, um eine erwünschte Klarheit in diese dunklen Gebiete eindringen zu lassen. In jedem Falle ist der Nucleus in sehr auffallender Weise von dem Parenchym der Zelle gesondert durch die eigenthümliche Anordnung oder Lagerung der Elementarröhrchen an seiner äussersten (imaginären) Peripherie, wo wir gleichsam eine Wiederholung der Zellenmembran oder eine Wiederholung der äussersten Schicht des Zellenparenchyms in der Form einer membranartigen Textur seiner Elemente gewahren. Wir sehen an der Peripherie des Nucleus stets die Doppelcontour, in gleicher Weise wie an der Zellenhülle und der äussersten Schicht des Zellenparenchyms, das heisst: wir sehen die Doppelcontour des Nucleus an unzähligen Stellen in ihrer Continuität unterbrochen, und Verlängerungen, Fortsätze oder Ausläufer, in centrifugaler wie in centripetaler Richtung abgebend. Diese Ausläufer in centripetaler Richtung stehen in Communication mit den Elementarröhrchen im Innern des Nucleus oder des Nucleusparenchyms, selbst mit dem Nucleolus. Will man diese äusserste Schicht des Nucleus als seine Hülle, als eine besondere Membran, gleich einer sich im Innern der Zelle wiederholenden Zellenmembran, betrachten, so wäre streng genommen dagegen eben so wenig einzuwenden, als gegen die Annahme einer besonderen Zellenhülle im Allgemeinen.

Diejenigen Gebilde, welche man nicht selten dicht an der inneren oder äusseren Seite, oder selbst in die Continuität der Doppelcontour des Nucleus eingeschoben findet, resp. dieselbe unmittelbar unterbrechend, und welche ganz und gar einem Nucleolus oder der Querdurchschnittsfläche des Axencylinders einer Nervenprimitivfaser ähnlich sind, betrachte ich, aus oben angeführten und später noch genauer zu erörternden Gründen, als die wirklichen Querdurchschnittsflächen eines oder mehrerer Axencylinder von Nervenprimitivfasern, die sich in die betreffende Zelle einsenken.

Das Parenchym des Nucleus unterscheidet sich im Ganzen so wenig oder gar nicht von demjenigen der Zelle selbst, welches den Nucleus rings umgiebt, dass ich alles das, was ich oben von dem Parenchym der Zelle gesagt habe, hier auch von demjenigen des Nucleus wiederholen müsste. Alles das oben Gesagte gilt daher auch von dem Parenchym des Nucleus. Dasselbe ist als eine hohle Kugel, oder als ein mit einer imaginären (vom Nucleolus ausgefüllten) excentrischen Höhlung versehener kugelförmiger Körper zu betrachten, und besteht aus einer zahllosen Menge von Elementarröhrchen, die in mannichfaltigster, bis jetzt noch nicht genauer erkennbarer Weise mit einander verflochten, verwoben, verbunden sind, und welche sowohl mit dem Parenchym der Zelle wie mit dem Nucleolus in Verbindung stehen. Auch an den verschiedensten Stellen des Nucleusparenchyms findet man diejenigen Gebilde wieder, welche ich als die Querdurchschnittsflächen von Axencylindern derjenigen Primitivfasern ansehe, die in die betreffende Zelle eintreten, die Zellhülle durchdringen, durch das Zellenparenchym laufen, und auch in den Nucleus bis zu verschiedener Tiefe eindringen, selbst in den Nucleolus eintreten, wovon weiter unten genauer.

4) Der Nucleolus, oder das Kernkörperchen, ist dasjenige Gebilde der Zelle, dessen Textur oder dessen moleculare Zusammensetzung am schwierigsten zu erfassen ist, und mit unseren heutigen mikroskopischen Hülfsmitteln gelingt es allerdings noch nicht, eine nur annähernd genügende Einsicht in seinen gewiss complicirten Bau zu erringen. Dasjenige, was meine bisherigen Untersuchungen mich darüber gelehrt haben, lässt sich im Folgenden zusammenfassen. Der Nucleolus ist zu betrachten als ein aus mehreren, wahrscheinlich aus drei, verschiedenen Schichten, gleich drei in einander eingeschlossenen Hohlkugeln, bestehender kugelförmiger oder sphäroidischer, festweicher Körper, durch zahllose feine Röhrchen, welche von dessen Oberfläche wie aus den inneren Schichten seiner Masse ausgehen, mit dem Parenchym des Nucleus in Verbindung stehend, und zusammengesetzt aus den

feinsten Elementarröhrchen, welche in demselben auf mannichfache Weise unter einander verwoben und mit einander in Verbindung gesetzt sind. Dieses geht hervor sowohl aus den kurzen Strecken feinster Elementarröhrchen, die man nicht selten im Innern des Nucleolus in verschiedener Richtung, bald radienartig, bald bogenförmig, verlaufen sieht, als auch aus den feinen körnerartigen Punkten, die man an den verschiedensten Stellen des Nucleolus in wechselnder Zahl gewahrt, und welche ich nicht ohne Grund als die Querdurchschnittsflächen feinster Elementarröhrchen, oder als die Erscheinung ihrer Umbeugungswinkel betrachten zu dürfen glaube.

Dass diese, den Nucleolus constituirenden, Elementarröhrchen sowohl unter sich die mannichfaltigsten Communicationen haben, als auch mit denen des Nucleus und des Zellenparenchyms in einer vielfachen innigen Verbindung stehen, das geht aus den Fortsätzen oder Verlängerungen hervor, welche man vom Nucleolus aus in das Parenchym des Nucleus einstrahlen sieht, wie auch aus den Verlängerungen, die vom Rande des Nucleolus gegen dessen Centrum hinstrahlend häufig genug beobachtet werden. Das speciell Charakteristische der Anordnung dieser Elementarröhrchen im Nucleolus aufzudecken, bleibt den Forschungen der Zukunft überlassen.

Der Nucleolus bietet sich bei einer bestimmten Einstellung in den Focus des Miskroskops als aus drei verschieden gefärbten Schichten bestehend dar, welche an den meisten Stellen ihrer relativen Peripherie durch eine scharfe, schwarze Contour von einander getrennt erscheinen. Die centrale Schicht erscheint roth, die folgende (mittlere) blau, die äusserste orangegelb. Diese verschieden gefärbten Schichten, wahrscheinlich nur die Folge der kugelähnlichen Gestalt des Nucleolus und der dadurch bedingten Gangunterschiede der Lichtwelle, deuten vielleicht auch auf eine anatomische oder chemische Verschiedenheit des Parenchyms des Nucleolus hin; und es wird künftig eine Aufgabe der Physik, oder der physikalischen Mikrochemie oder Optik sein, genauer, als von mir geschehen ist, die Ursachen zu ermitteln, durch welche die Erscheinung jener drei verschieden gefärbten Schichten des Nucleolus bedingt wird. Einstweilen glaube ich annehmen zu dürfen, dass der Raum, welcher durch eine jede der drei verschieden gefärbten Schichten des Nucleolus eingenommen wird, aus feinsten Elementarröhrchen zusammengesetzt ist, welche mit einander communiciren; dass aber die allerfeinsten Elementarröhrchen das Centrum erreichen und hier mit einander in noch unbekannter Verbindung stehen.

Die Gebilde, welche in der Zelle, an den verschiedenen Stellen der Hülle, des Zellenparenchyms und des Nucleus, unter der Form von Querdurchschnittsflächen von Axencylindern der Nervenprimitivfasern auftreten, und die ich oben als solche gedeutet habe, sieht man nicht selten dicht am äusseren Rande des Nucleolus ansitzend, an verschiedenen Punkten desselben; aber niemals sieht man diese Gebilde in die Masse oder in die äussere Contour des Nucleolus selbst eingelagert, wie man sie nicht selten in die Doppelcontour des Nucleus selbst, diese unterbrechend, eingeschaltet sieht. Dieses Verhalten erklärt sich aus der später genau zu erörternden Thatsache, dass die sämmtlichen Nervenprimitivfasern, welche in eine Nervenzelle eindringen, zuerst in den grossen dicken Fortsätzen die Elementarröhrchen ihrer Hülle und ihres Markes mit denen der dicken Zellenfortsätze so verschmelzen oder vermischen, dass ihr isolirter Verlauf verschwindet, oder wenigstens nicht mehr unterschieden werden kann, und dass nur der Axencylinder noch gleichsam selbstständig und unverändert bis zur Zellenhülle gelangt, diese an verschiedenen Punkten durchdringt, dann eben so unverändert in das Parenchym der Zelle, dann in den Nucleus eindringt, auf diesem Wege aber die verschiedensten Richtungen einschlägt, gewunden, und wohl nie in gerader Linie verläuft, hingegen zahllose Communicationen mit den feinen Elementarröhrchen der Zellenhülle, des Zellenparenchyms und des Nucleus eingeht, endlich aber, wenn er auf kürzeren oder längeren Umwegen bis zu der Peripherie des Nucleolus gelangt ist, sich in seine Elemente auflöst, d. h. dass die Elementarröhrchen seiner verschiedenen Schichten auseinander strahlen und einzeln in die verschiedensten Punkte des Nucleolus eindringen. Dass die centralen feinsten Elementarröhrchen des Axencylinders sich bis in die centrale Schicht des Nucleolus begeben, die der

übrigen Schichten nur mehr in die äusseren Schichten des Nucleolus eindringen, ist mir wahrscheinlich, aber es ist diese Ansicht wiederum nichts anderes als eine Hypothese, in Ermangelung sicherer Thatsachen zur besseren Erklärung des gewiss vorhandenen Zusammenhangs des Axencylinders mit dem Nucleolus. Genaueres hierüber weiter unten.

5) Die Fortsätze der Zelle sind Verlängerungen des Zellenparenchyms (und der Zellenhülle) von unregelmässiger conischer oder cylindrischer Form, von sehr verschiedenem Durchmesser und verschiedener oft sehr bedeutender Länge. Sie bestehen im Allgemeinen aus den nämlichen und in gleicher Weise angeordneten Elementen wie das Zellenparenchym selbst. Jedoch muss man drei Gattungen dieser Fortsätze unterscheiden: *a.* solche Fortsätze feinster Art, welche nichts anderes sind als einzelne Elementarröhrchen, die in der nächsten Umgebung der Zelle die mannichfaltigsten Verbindungen mit Elementarröhrchen anderer benachbarter Zellen oder Nervenprimitivfasern eingehen; *b.* solche Fortsätze, welche anfangs breit und dick, sich allmälig durch Theilung in die feinsten Elementarröhrchen auflösen, und sich mit denen anderer Nervenzellen und Nervenprimitivfasern oft in weiten Entfernungen in Verbindung setzen; *c.* solche dicke Fortsätze, welche zwei grosse benachbarte Nervenzellen mit einander verbinden; *d.* solche dickere oder dünnere Fortsätze, welche sich in eine Nervenprimitivfaser verwandeln, resp. in dunkelrandige Nervenprimitivfasern übergehen.

* * *

Ich habe im Vorausgegangenen die Elemente der Zellen als Elementarröhrchen bezeichnet, gleich denen der Nervenprimitivfasern. Einem jeden Forscher wirft sich die Frage dabei nothwendig auf, mit welchem Rechte, aus welchen Gründen ich zur Annahme jener Bezeichnung gelangt bin, die doch also die deutliche Erkenntniss isolirter oder begränzter hohler, von einer feinsten Umhüllung umschlossener, von einer flüssigen Substanz erfüllter Räume voraussetzt. Ich gestehe zu, dass die stricte Antwort auf diese Frage, so wie sie mir selbst wünschenswerth erscheint, bis jetzt vielleicht noch nicht von mir gegeben worden ist; es mag an der Exactheit anatomischer Analyse der Zellenelemente noch Vieles mangeln. Indessen glaube ich doch, nach dem Vorausgegangenen, behaupten zu dürfen, dass die Elemente der Nervenzellen als Röhrchen der nämlichen Gattung betrachtet werden müssen, wie die der Nervenprimitivfasern, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Alle diejenigen Strecken der Röhrchen- oder Faser-artigen Gebilde, welche an den verschiedenen Stellen der Zelle (in deren Hülle, Parenchym etc.) isolirt erscheinen, insbesondere in dem Zwischenraum zwischen Zellenmembran und Zellenparenchym, zeigen in jeder Beziehung die nämlichen anatomischen (physikalischen) Eigenschaften unter dem Mikroskop, wie die als Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern bezeichneten Gebilde.

a. Viele erscheinen in kürzeren oder längeren Strecken als Fasern oder Röhrchen, d. h. als zwei mehr oder weniger (doch meist) parallel verlaufende dunkle Begränzungslinien, welche einen hellen Raum zwischen sich zeigen, und deren Dimensionen mit denen der Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern ganz und gar übereinkommen.

b. An vielen Stellen dieser Röhrchen oder Fasern erscheinen verengerte oder erweiterte Stellen, gleichsam ampullenartige Erweiterungen, ganz so wie an den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern.

c. Diese Fasern oder Röhrchen bilden zahlreiche Communicationen oder Anastomosen mit benachbarten gleichartigen Gebilden, ganz so wie die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern.

d. Ihr Verlauf verhält sich ähnlich oder gleich demjenigen der Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern, d. h. sie laufen nur verhältnissmässig kurze Strecken in einer Richtung und in einer und derselben Ebene.

2) Auch in Bezug auf den Inhalt dieser Röhrchen-artigen Gebilde der Nervenzellen glaube ich dasselbe behaupten zu dürfen, was ich von dem öligen Inhalt der Nervenprimitivfaser oben angenommen

habe, d. h. ich glaube, dass auch die Röhrchen der Nervenzellen eine gleiche ölartige Flüssigkeit enthalten, wie die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern. Der Beweis ist zwar vorerst auch noch nicht exact genug zu liefern; nur Wahrscheinlichkeitsgründe sind dafür vorhanden. Die Nervenzelle ist ein fest-weiches Gebilde, und wenn man eine einzelne grosse Nervenzelle aus einem frischen Ochsen- oder Kalbs-Rückenmark u. s. w. isolirt, alle übrige umliegende Nervensubstanz möglichst rein von der Glasplatte wegnimmt, so dass man sicher ist, kein anderes Gebilde, welches Täuschungen erzeugen könnte, auf dem Glasplättchen zu haben, wenn man alsdann die eine isolirte Zelle ohne Befeuchtung mit irgend einer Flüssigkeit, nur einfach mit einem Deckgläschen bedeckt, unter das Mikroskop bringt, solche comprimirt und bei den stärksten Vergrösserungen untersucht, alsdann findet man, dass eine ölige Flüssigkeit aus der Nervenzelle herausgepresst werden kann, die sich an den verschiedenen Punkten der Peripherie der Zelle in Form von rundlichen Tröpfchen sammelt und der Contour der Zelle ein vorher nicht da gewesenes, dunkles, scharf begränztes Ansehen an den meisten Stellen verschafft. Lässt man Schwefeläther auf die Zelle wirken, so verschwinden diese Massen allmälig, und sind nach Verdunstung des Aethers nicht mehr in der ursprünglichen Form, und meist minder zahlreich sichtbar.

Die Anwesenheit dieser öligen Flüssigkeit in der Zelle an und für sich ist zwar noch kein Beweis dafür, dass dieselbe in den von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Räumen der Zelle enthalten sei. Man könnte annehmen, die ganze Zellensubstanz sei damit getränkt, wie jede fest-weiche organische Substanz durch Blutserum oder Lymphe feucht oder imbibirt ist, ohne dass an allen Punkten des betreffenden Theils die Feuchtigkeit in Blut- oder Lymphgefässen enthalten sei, und der Beweis, dass die ölige Flüssigkeit in den Elementarröhrchen enthalten ist, könne nur dadurch geliefert werden, dass man aus einem oder mehreren isolirten Elementarröhrchen, während der Wirkung der Compression auf sie, die ölige Flüssigkeit aus ihnen herausfliessen, in der bestimmten Bahn ihrer Contouren sich fliessend fortbewegen sieht. Ich gestehe zu, dass dieser Einwurf ganz begründet ist; und da bei der Wirkung der Compression auf die eine Zelle unter so hoher Vergrösserung der Focus sich verändert, also an eine scharfe Beobachtung der Zelle oder einzelner Elementarröhrchen derselben während der Compression nicht zu denken ist, so muss ich daher auf die Führung des exacten Beweises meiner ausgesprochenen Ansicht vorerst verzichten und von verbesserter Methode künftiger Forschungen die Entscheidung erwarten. Indessen glaube ich doch Wahrscheinlichkeitsgründe für meine Meinung von solcher Bedeutung gegeben zu haben, dass man meine Ansicht nicht als ganz unbegründet bezeichnen kann.

Historisches und Critisches
über die Nervenzelle des Rückenmarks im Allgemeinen.

Da ich bereits oben bemerkt habe, dass die Nervenzellen des Rückenmarks in allen wesentlichen Beziehungen mit den, in den übrigen centralen und peripherischen Theilen des Nervensystems vorkommenden, Nervenzellen übereinstimmen, so scheint es mir unumgänglich, ausser den über die im Rückenmark vorkommenden Nervenzellen geäusserten Ansichten früherer Forscher, auch auf diejenigen Mittheilungen, welche sich auf die Nervenzellen im Allgemeinen beziehen, hier Rücksicht zu nehmen. Ich wende mich also zu einer kurzen Vergleichung der von mir erlangten Resultate über den Bau der Nervenzelle mit den bisher als gültig angenommenen Ansichten über diese Materie, um die Differenzen

beider mit einander zu vergleichen. Ich werde mich jedoch hierbei nicht auf die vollständige historische Erörterung einlassen, sondern nur die wichtigeren Beobachtungen meiner Vorgänger berühren [5]).

A. *Die Nervenzellenhülle betreffend.*

Ich betrachte im Folgenden die verschiedenen Ansichten über die Nervenzellenhülle nur in Betreff der Fragen über das allgemeine Vorkommen und über das Gewebe der Nervenzellenhülle.

1. Das allgemeine Vorkommen der Nervenzellenhülle betreffend.

Es ist die übereinstimmende Meinung aller Forscher, dass in allen peripherischen Ganglien eine jede Nervenzelle ihre besondere Hülle habe.

Valentin hatte die Hülle der peripherischen Nervenzellen bereits im Jahre 1836 [6]) erkannt und beschrieben. Alle Forscher nach ihm stimmten in Bezug auf die Existenz der Hülle bei den peripherischen Nervenzellen mit Valentin überein. Nur Remak machte eine Ausnahme, indem er damals die Hülle der Nervenzellen läugnete. Remak sagte 1838 [7]): „Postremo peculiarem aliquam vaginam cellulosam globulorum reperire non potui, atque verosimile mihi est, Cl. Valentin alias nerveas partes, praecipue fibras organicas, quibus globuli obteguntur, pressione nimis alteratas, pro vagina illa habuisse.“ Von dieser Ansicht war Remak später zurückgekommen; in neuerer Zeit aber hielt er wieder alle oder fast alle Theile der Nervenzellenhülle für ächte organische Nervenfasern; endlich erkennt aber in seinen neuesten Mittheilungen (s. unten) Remak die Existenz einer wirklichen Zellenhülle an.

Besteht aber für die peripherischen Nervenzellen kein Zweifel über die Existenz ihrer Hülle [8]), so ist es ganz anders mit den centralen Nervenzellen. Manche Forscher nehmen für jede centrale Nervenzelle auch eine besondere Hülle an, andere Forscher läugnen eine solche für alle centralen Zellen. Valentin [9]) behauptet, dass auch jede Nervenzelle in den Centraltheilen ihre Hülle habe; nur sei letztere dünner im Rückenmarke als in den peripherischen Ganglien, im Gehirne aber noch dünner als im Rückenmarke, so dass sie in der Regel nicht isolirt wahrgenommen wird. Aeusserst feine Scheiden der centralen Nervenzellen nahm auch Bruns [10]) an. Es hat ferner auch Hannover [11])

[5]) Obwohl Ehrenberg in seiner berühmten Abhandlung (Abh. d. Berl. Akad. d. Wissensch. v. 1834. Berlin 1836. Tab. VI. Fig. I, 2; Fig. VI, 2; Fig. VII, 6, 11, 12) die Nervenzellen als „keulenförmige Körper“ im Gehirn, in der Retina etc. höherer Thiere, wie im Bauchstrange der Mollusken (Wegschnecke, Blutegel etc.) erkannte, selbst den Kern mit dem Kernkörperchen (Fig. I, 2, grösste Zelle links) gesehen, den Zusammenhang ihrer Fortsätze mit den Nervenröhren geahnet hat, auch die Kerne der Hülle einzelner Zellen (Fig. VII, 12) gesehen und gezeichnet hat — so war es doch Valentin vorbehalten, diese Elemente des Nervensystems genauer zu erkennen und zu erforschen. Ich gehe daher nicht tiefer auf Ehrenberg's Mittheilungen ein; auch nicht auf die bald nachher von Treviranus (der übrigens den Zusammenhang der Nervenröhren mit den Nervenzellen in der Retina mit Sicherheit aussprach) u. A. vor Valentin bekannt gemachten Untersuchungen. Auch die Mittheilungen Purkinje's (1837) waren viel unvollkommener als die Valentin's. Denn den eigentlichen Nucleus der Nervenzellen erkannte Purkinje damals noch nicht. In der Abbildung, welche er (1838 l. c.) in Fig. 16 giebt, ist der helle Raum, welchen der Nucleus solcher Zellen einnimmt, durch keine Contour begränzt, und sicher hielt Purkinje damals den Nucleolus für den Nucleus; denn in diesen Zellen (aus dem locus coeruleus auf dem Boden der 4. Hirnhöhle) ist eben der Kern so gross, als der helle Raum, welchen Purkinje von der Pigmentmasse umgeben zeichnet. Richtiger bezeichnet Purkinje in Fig. 18, wo der Nucleolus nur einen einzigen Kreis darstellt, den Nucleus. Die Abbildungen, welche Purkinje (1838 l. c.) gab, zeigen den Nucleolus als zwei concentrische Kreise, Fig. 16.

[6]) Valentin, in: Nova Acta Acad. Caesar. Leopoldino-Carol. Naturae Curiosorum. 1836. Tom. XVIII. p. 231.

[7]) Remak, Observat. anat. p. 10.

[8]) Die Nervenzellenhülle im Acusticus fand Corti (Corti, in: Kölliker's Zeitschrift für w. Zoologie. III. 1851. p. 136) oft so deutlich, dass sie selbst isolirt ihre frühere Form behielt. Er sagt: „On voit assez souvent dans les préparations le contenu et la masse ovale de pigment sortir de la gaine des cellules tout-à-fait indépendemment l'un de l'autre, et conserver leur forme primitive assez intacte.“ [9]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. XVIII. p. 156.

[10]) Bruns, l. c. 1841. [11]) Hannover, Recherches microscopiques, p. 7.

behauptet, dass jede centrale Nervenzelle auch ihre besondere Hülle habe. Das Nämliche fand auch Kölliker[12]). Dagegen läugnet die Existenz der Hüllen centraler Nervenzellen (bei Petromyzon) Stannius 1850[13]). Die Hülle der centralen Nervenzellen in dem electrischen Lappen des Gehirns der Zitterrochen läugnet R. Wagner[14]). Ich muss aber, zufolge meiner directen Beobachtungen des Gegentheils, diesen negirenden Behauptungen entgegen treten. Die Hülle der grossen Nervenzellen im Froschrückenmark sah 1854 auch Kupffer[15]), und er nennt sie „membranam eximie teneram.“ In der von Bidder und Kupffer drei Jahre später veröffentlichten Schrift läugnet derselbe aber ganz allgemein die Existenz der Hülle der Nervenzellen im Rückenmark[16]). Die Verfasser behaupten: Die Zellen seien in die Hohlräume der gemeinsamen bindegewebigen Grundlage eingelagert. „Zwar, wenn man sie in ihrer natürlichen Lage in Verbindung untersucht, zeigen sie sich von einer dunklen Contour umgeben“; dieselbe . . sei aber „nichts anderes, als die Gränze des an die Hohlräume anstossenden Bindegewebes“, indem „an ganz isolirten Zellen niemals eine solche dunkle Linie, resp. Hülle wahrzunehmen ist.“ Da bei der Isolirung die Hülle natürlich zerrissen wird, so begreift sich die Ansicht der beiden Forscher. Die Structur der Nervenzelle handelt Jacubowitsch[17]) zwar nur sehr kurz ab. Er nimmt aber „eine doppelte Contour der Zellenmembran“ an.

Indem ich von den Meinungen der verschiedenen übrigen Forscher auf diesem Gebiete absehe, glaube ich im Allgemeinen die Behauptung aufstellen zu können, dass die verschiedenen Methoden der Untersuchung, die verschiedene Güte und Brauchbarkeit der angewandten Vergrösserungen, die Ursache der Meinungsverschiedenheit unter den Anatomen ist; dass dagegen bei Anwendung der von mir bezeichneten Untersuchungsmethode die Existenz der Zellenhülle auch bei allen Zellen des Central-Nervensystems als eine constante erscheinen dürfte.

2. Das Gewebe der Nervenzellenhülle betreffend.

In Bezug auf das Gewebe der Zellenhülle ist unsere Kenntniss noch sehr unvollkommen. Valentin hatte bereits vor 20 Jahren die Zusammensetzung dieser Hülle aus zellgewebeartigen Fasern beschrieben und auch eine Abbildung davon gegeben[18]). Obwohl diese Abbildung mehr als eine schematische bezeichnet werden dürfte, so muss doch aber zugegeben werden, dass Valentin schon damals Fibrillen feiner Gattung, in den verschiedensten Richtungen sich kreuzend und längere Strecken geradlinig oder in gleicher Ebene verlaufend, in der Hülle der Nervenzelle wahrgenommen hatte; und wenn auch seine Beobachtung bei einer nur 300—400-maligen Vergrösserung gemacht war, und hieraus also der Schluss hervorzugehen scheint, dass die von ihm bezeichneten Fibrillen nicht als identisch mit

[12]) Kölliker, Gewebelehre, 1855. p. 289 der 2. Aufl. (271 der 1. Aufl.; Mikr. Anat. p. 406) sagt: „Die Nervenzellen besitzen eine zarte, structurlose Membran als äussere Bekleidung, welche in den Zellen der Ganglien (Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier unter Zuziehung von Reagentien, an den grösseren Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren, eine solche, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht zu beobachten ist.“ Kölliker äussert sich an einem anderen Orte seiner Gewebelehre (2. Aufl. p. 291): „Ob die Nervenzellen der grossen Centralorgane Membranen besitzen oder nicht, ist noch nicht entschieden. Stannius konnte dieselben bei den Neunaugen nicht finden, und R. Wagner stimmt für die Nervenkörper der electrischen Lappen der Zitterrochen bei. Ich glaube an den grossen vielstrahligen Körpern im Rückenmark und kleinen Gehirn des Menschen, und auch hie und da an andern, eine Membran zu sehen, gebe jedoch gern zu, dass an allen kleineren und an den Fortsätzen der centralen Zellen überhaupt eine Hülle nicht wahrzunehmen ist. Dies scheint mir jedoch nicht hinreichend, um ihre Existenz zu läugnen, und glaube ich, dass man hier wie bei den feinsten Nervenröhren vorläufig sich eines bestimmten Urtheils zu enthalten hat,“ l. c. p. 291. Kölliker lässt es also nur in Bezug auf die kleinsten Nervenzellen noch unentschieden, ob ihnen eine zellgewebige Hülle (überhaupt eine Hülle) abzusprechen sei oder nicht.

[13]) Siehe R. Wagner's Neurol. Unters. 1854. p 90. [14]) R. Wagner, in: Göttinger Nachrichten 1851. Nr. 14.

[15]) Kupffer, 1854. l. c. p. 18. [16]) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 31, 56.

[17]) Jacubowitsch, 1856, l. c. [18]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. p. 231. Taf. VI. Fig. 39.

den von mir als Elementarröhrchen beschriebenen feinen Gebilden betrachtet werden dürften, weil sie einen wohl doppelt so grossen Durchmesser besitzen als letztere, so glaube ich doch, dass das Schematische der Valentin'schen Abbildung jenen Schluss nicht unterstützt. Untersucht man die Hülle einer frischen Ganglienzelle, so findet man ausser den dickeren Bindegewebefasern eine Menge der allerfeinsten Fasern, welche sie zusammensetzen. Hannover[19]) giebt darüber nur eine ganz kurze Notiz. Er sagt: „La membrane cellulaire est composée d'une substance d'un granuleux très-fin," er lässt sich aber nicht genauer über ihre Textur aus; und wenn man frische Zellen untersucht, und nur bei mittelstarken Vergrösserungen beobachtet, so wird man auch nichts anderes erkennen, als was Hannover sah. Valentin (l. c.) hält aber die Hülle der centralen Nervenzellen für „zellgewebiger Natur"; sie sei „entweder wahres Zellgewebe oder eine diesem isomorphe Bildung" [20]); über das Gewebe der Zellenhülle sagt Valentin noch (l. c. p. 194): „Sie ist durchaus dieselbe in den Hüllen der Primitivfasern wie an den Kugeln der Belegungsmasse."

Die Bezeichnung (der Nervenscheide) und Nervenzellenhülle als eine „structurlose Membran" giebt auch Bidder[21]). Lieberkühn[22]) fand hingegen Aehnliches wie ich. Nach Entfernung des Bindegewebes von einem Ganglion sah er (nach vorgängiger Zerfaserung desselben) an der Oberfläche der Nervenzellen bei Fröschen die feinsten Fasern, den Bindegewebefasern ganz unähnlich. „Interdum vides tenuissimas fibrillas, quae reliquae telae conjunctivae omnino dissimiles sunt, in superficie cellulae, partes membranae abscissae esse videntur." Ich muss mich dieser letzteren Ansicht Lieberkühn's anschliessen, und kann diese feinsten Fasern nur für Elementarröhrchen der Nervenzellen erklären.

Kölliker[23]) nennt die äussere Bekleidung der Nervenzelle „eine zarte, structurlose Membran", spricht also hiermit unsern Mangel an Kenntniss ihrer Elementarstructur aus[24]), und ist auch begreiflicher Weise nicht im Stande, anders zu schreiben, sofern er die Resultate seiner bei 350-facher Vergrösserung angestellten Untersuchungen mittheilt, weil eben bei solcher verhältnissmässig zu geringen Vergrösserung die Textur der Zellenhülle durchaus nicht genauer zu erkennen ist. Eben so Remak. Die Scheide der Nervenzellen im Rückenmark besteht nach Remak[25]) und Hirschfeld „e molli quadam substantia cellulosa firmaque membrana."

Andere, mehr mit meinen Angaben übereinstimmende, Bemerkungen über die Textur der Zellenhülle finde ich übrigens bei keinem meiner Vorgänger, und ich muss daher wiederum auf die nur durch meine Untersuchungsmethode zu erlangenden Resultate, wie ich sie im Vorausgehenden beschrieben habe, verweisen. Ich füge nur noch wenige Worte zur Erläuterung bei. Dass die Membran der kleinen centralen Nervenzellen mit unsern bisherigen Hülfsmitteln nicht wahrzunehmen war oder ist, beweist noch nichts gegen deren Existenz, für welche nicht blos alle Analogieen sprechen, sondern auch positive Thatsachen.

Gegen den Vorwurf, dass ich Bindegewebefasern und Elementarröhrchen der Nervenzellenhülle verwechselt habe, muss ich mich ausdrücklich verwahren.

Dass aber oft Bindegewebefasern der Nervenzellenhülle mit wirklichen Nervenfasern, die von ihr ausgehen, verwechselt worden sind, zeigt uns die Geschichte dieser Untersuchungen seit Remak's

19) Hannover, l. c. p. 7. 20) Valentin, l. c. p. 162.

21) Bidder, 1847. l. c. pag. 24. u. a. O. 22) Lieberkühn, de structura gangliorum penitiori. Berlin 1849. 4. pag. 16. 17.

23) Kölliker, Gewebelehre. 1855. p. 289.

24) Kölliker sagt von der Membran der Nervenzellen: „Ihre Membran zeigt nichts Besonderes [d. h. also in Kölliker's Sinne wohl: kein bemerkbares Gewebe = structurlos], ausser dass sie häufig sehr zart ist, ja selbst, wie in den grossen Centralmassen, nachträglich ganz schwindet." (Gewebelehre. 1. Aufl. 1852. p. 69; 2. Aufl. 1854. p. 91; in beiden unverändert.) Kölliker begründet auf die Dicke der Hülle sogar die Eintheilung der Nervenzellen in zartwandige (Centralorgane) und dickwandige (peripherische Ganglien). Gewebelehre. 1. Aufl. p. 272; 2. Aufl. p. 290.

25) Remak und Hirschfeld, l. c. 1856. p. 16.

und Valentin's Arbeiten. Mancher gute spätere Beobachter, z. B. Helmholtz [26]), der ausdrücklich sogar vor diesem Irrthum warnt, begeht ihn selbst, indem er die Nervenfasern von einer Seite der Zelle, die Bindegewebefasern von der andern Seite derselben abgehen lässt [27]). Hier verwechselte Helmholtz sogar wirkliche feine Nervenfasern (und nicht blos Elementarröhrchen) mit Bindegewebefasern.

B. Das Parenchym der Zelle beteffend.

Die Ansichten der verschiedenen Forscher über das Parenchym der Nervenzelle sind in mehreren Beziehungen von einander abweichend. Zuerst über den Aggregatzustand, resp. die feste oder flüssige Beschaffenheit des Nervenzellen-Parenchyms, und zweitens über das Gewebe oder die feinste Textur desselben. Ich betrachte daher die betreffenden Ansichten unter den beiden genannten Hauptgesichtspunkten.

1. Den Aggregatzustand (die feste oder flüssige Beschaffenheit) des Nervenzellen-Parenchyms betreffend.

Die bisherigen Ansichten über diesen Punkt lassen sich unter zwei Abtheilungen subsummiren:

a. Einige Forscher betrachten das Parenchym der Zelle als eine flüssige Masse, welche nur durch die Hülle zusammengehalten wird, und bei berstender Hülle ausfliesst. So sagt z. B. Hannover [28]): „Les cellules cérébrales sont des vésicules composées d'une membrane cellulaire, d'un contenu liquide, d'un ou plusieurs noyaux," etc. Ferner p. 8: „Le contenu de la membrane cellulaire ne saurait être représenté isolément; il est très-liquide et transparent, et lorsque la membrane cellulaire est rompue, il disparaît aussitôt dans le fluide qui l'environne." Die nämliche Ansicht hat Axmann [29]).

b. Andere Forscher betrachten das Zellenparenchym als eine körnige, durch ein eiweissartiges Bindemittel zusammengehaltene Masse. So sagt z. B. Valentin [30]) von dem Parenchym der peripherischen Nervenzelle: dass es aus „einem grauröthlichen Stoff besteht, welcher durch eine helle, durchsichtige, etwas zähe, nicht selten sich in Fädchen ziehende Masse (Blastem) getränkt und zusammengehalten wird. Bei den Fischen ist das Parenchym sehr durchsichtig, wasserhell, enthält kleine, zerstreute, runde, vereinzelte Körperchen etc." Dasselbe sagt Valentin [31]) von dem Parenchym der centralen Nervenzellen, welches er „grauröthlich, feinkörnig, von einem äusserst feinen zellgewebigen Wesen durchzogen" nennt. Bei den Fischen seien dieselben hell, ganz wie die Kugeln in den peripherischen Ganglien, weil sie „sehr feine Körperchen mit einer hellen, fast flüssigen bindenden Masse enthalten."

Die nämliche oder fast die nämliche Beschreibung dieser Theile giebt Valentin sieben Jahre später, in seiner „Hirn- und Nervenlehre" (1841), so wie in dem bald darauf (1842) bearbeiteten Artikel „Gewebe" in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. I. p. 692 und 697. Die Abbildungen des Parenchyms der Ganglienkugeln, welche Valentin giebt [32]), stimmen mit dessen Ansichten überein. Die Abbildung des Parenchyms einer Ganglienkugel aus dem Nervus Sympathicus (Bauchganglion) einer Percha fluviatilis zeigt das Parenchym so, dass es sich nicht in seinen einzelnen Elementen von dem Nucleolus unterscheidet, d. h. dieser wie jene sind kleine, helle, runde Körperchen. Tab. VII., Fig. 49 bildet Valentin eine Ganglienkugel aus dem Ganglion Gasseri des Menschen ab (*a.* die äussere zellgewebige Scheide). Hier bildet Valentin das Parenchym nicht aus Körnchen bestehend,

[26]) Helmholtz, l. c. 1842. [27]) Helmholtz, l. c. p. 8. [28]) Hannover, l. c. p. 7.
[29]) Axmannn, Beiträge zur mikrosk. Anatomie des Gangl. Nervensystems. 1853.
[30]) Valentin, l. c. 1836. p. 138. [31]) Valentin, ibid. p. 153. 154.
[32]) Valentin, in: Nov. Acta A. N. C. 1836. XVIII. p. 232 u. ff. Tab. VII. Fig. 45.

sondern als ganz durchsichtig ab; einen im Parenchym befindlichen halbmondförmigen granulirten dunklen Fleck nennt er „Pigmentfleck", und versetzt ihn auf die Oberfläche der Scheide. Es fragt sich, ob Valentin's „Pigment" nicht Parenchym der Kugel ist, das im Innern derselben befindlich ist. Tab. VII, Fig. 51 (p. 234) bildet Valentin drei Ganglienkugeln aus dem Ganglion Gasseri (des Grundes) ab; das Parenchym besteht hier aus lauter kleinen rundlichen oder runden Körperchen oder Körnchen von der Grösse des Nucleolus. Fig. 52, aus demselben Ganglion der Taube; ebenso Tab. VIII. Fig. 70, aus dem Ganglion des Bauchstrangs des Blutegels; Tab. IX. Fig. 73, vom Krebse, ebenso wie in den vorigen Figuren.

Mit Valentin übereinstimmend sagt ferner Purkinje, nach zahlreichen Untersuchungen, von dem Nervenzellen-Parenchym [33]): es sei „härtlich, durchscheinend, besteht aus freier, wahrscheinlich nervöser Punktmasse, und widersteht dem Drucke und chemischen Reagentien länger als andere Nervensubstanzen." Im Ganzen mit Valentin übereinstimmend ist auch Remak, wie letzterer in seinen Observ. anat. 1838, §. 14, speciell angiebt. Remak betrachtet das Nervenzellen-Parenchym als bestehend aus „corpusculis minimis rotundis, in medio punctulum obscurum continentibus" [34]), also ähnlich einem Nucleolus, wie Remak selbst (ibidem) bei der Erklärung der Fig. VII sagt: »nucleolus.... cum corpusculis, ex quibus parenchyma constat, quoad magnitudinem et structuram summam praebet similitudinem." Doch geht dies nicht aus Remak's Abbildungen hervor, und er sah wohl nur vereinzelt im Zellenparenchym nucleolus-ähnliche Gebilde (Querdurchschnittsflächen oder Umbeugungswinkel von Axencylindern). Gewiss ist nur, dass Remak das Zellenparenchym nicht für flüssig hält. Dass das Nervenzellen-Parenchym ein fester Körper sei, behauptet auch Remak noch in neuester Zeit; er sagt 1853 [35]), dass „die den Kern umgebende Substanz der Ganglienkugel — nach Sprengung der beiden Scheiden — in der Regel als fester Körper von körnigem Gefüge erscheint."

Das Nervenzellen-Parenchym betrachtete auch Schwann [36]) als „eine feinkörnige, gelbliche Substanz, und dies — sagt er — scheint überhaupt das Gewöhnliche zu sein." Dass einmal Schwann das Körnige nur an der Oberfläche, das Innere aber hell fand, erklärt sich aus dem hellen durchsichtigen Nucleus, wie dies oft vorkommt.

Die wachsartige Consistenz des Nervenzellen-Parenchyms nimmt auch Henle an [37]). Auch beschreibt Henle [38]) die körnige Beschaffenheit der Oberfläche des Nervenzellen-Parenchyms. Das Parenchym der Ganglienkugel (bei Fischen) beschreibt Bidder [39]) als eine „fein granulirte, schwach gelb gefärbte, zähe Masse," die „elastisch, fest, wachsartig (p. 22. 23), bei darauf angebrachtem Druck an Umfang zunimmt, bei nachlassendem Druck die erste Gestalt wieder annimmt,... durchaus nicht flüssig ist, zuweilen in feine glashelle Fäden sich ausgezogen zeigt, oder in eine durchsichtige, mitunter weit zu verfolgende Faser auszugehen scheint, und die mit Ausnahme des Kerns keine differenten Bestandtheile (p. 23) zeigt."

Dass die inneren Theile des Zellenparenchyms flüssiger seien, als die äusseren Theile desselben, giebt jedoch Bidder in seiner Beschreibung noch speciell [40]) an.

Zu der nämlichen Zeit sagt R. Wagner [41]): „Der Inhalt der Zelle zeigt stets eine feinkörnige Masse; es scheint als ob deren Molekule von einem zähen, eiweissartigen Bindemittel zusammengehalten werden, denn der Inhalt zerfliesst nicht, und behält bei geplatzter Zelle die Form derselben ziemlich bei (Fig. V, f; VI, n, s, v.)." Das Nervenzellen-Parenchym bei Torpedo beschreibt R. Wagner an

[33]) Purkinje, im Bericht üb. d. Naturforscher-Versammlung in Prag 1837, p. 179. [34]) Remak, Observ. anat. p. 34.
[35]) Remak, im Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden. 1853. p. 182.
[36]) Schwann, l. c. 1839. p. 182. [37]) Henle, Allg. Anat. p. 653. [38]) Henle, Allg. Anat. p. 653.
[39]) Bidder, 1847. l. c. p. 16. [40]) Bidder, 1847. l. c. p. 23.
[41]) R. Wagner, Neue Untersuchungen etc. 1847.

anderer Stelle [42]) als „durch und durch aus einer punktulirten, feinkörnigen Substanz bestehend, wie es scheint eine homogene, durchsichtige Masse, welche mit sehr feinen, dunklen Molekeln durchmischt ist.“ R. Wagner [43]) bildet die Substanz des Ganglienkörpers ab als eine granulirte oder feinkörnige Masse (Tab. I. Fig. 1), die aus grösseren Körnchen oder punktförmigen dunklen Massen besteht. Eben so Tab. II. Fig. 1. Dass das Parenchym der Nervenzellen eine feinkörnige Masse sei, die bei Zerreissung der Zellenhülle nicht zerfliesst oder sich ausbreitet, sondern seine Gestalt bewahrt, fand auch Robin bei Rochen [44]) zu gleicher Zeit wie Wagner und Bidder.

Bald darauf gab auch Stannius (1850) übereinstimmende Erklärungen ab. Dass das Nervenzellen-Parenchym eine „feinkörnige, zähe, elastische, durchsichtige Masse mit kleinen dunklen Körnchen vermischt“ sei, erkannte nämlich Stannius (bei Petromyzon) 1850 [45]), und er weist ausdrücklich auf die Aehnlichkeit im Gewebe des Axencylinders und des Nervenzellen-Parenchyms hin [46]) hin. Das Nervenzellen-Parenchym (in den Nervenzellen des Nervus Acusticus) fand 1851 Corti [47]) als aus festen Gebilden bestehend: „le contenu est granuleux, à grains très-fins et d'une couleur jaune pâle.“

Auch Kölliker betrachtet in der neueren und neuesten Zeit hiermit übereinstimmend das Nervenzellen-Parenchym in seinen verschiedenen anatomischen Schriften als eine nicht flüssige Masse. Kölliker [48]) beschreibt den Inhalt der Zelle als „eine weiche, aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem Zellenkern, aus zwei Theilen besteht; erstens: aus einer hellen, homogenen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und grösstentheils eine Proteinverbindung ist, und zweitens: aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis in's Innere verbreitet und in die zähe Grundmasse eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kerns in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz, und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle; drückt man (p. 291) isolirte Nervenzellen, so platten sie sich ab, nehmen aber bei'm Nachlass ihre alte Form wieder an.“

Das Parenchym der grossen Nervenzellen im Froschrückenmark beschreibt Kupffer, 1854, an Chromsäure-Präparaten, als eiweissartig, „ad albuminis aequabiliter coagulati speciem prope accedere.“ [49]) Durch Druck könne eine isolirte Zelle zum Bersten gebracht, und an der Bruchstelle eine glatte Fläche„planitiem laevem.... marginibus satis acutis instructam“.... beobachtet werden, ohne Spur von Flüssigkeit, „nullo, ne minimo quidem, fluidi vestigio deprehenso....“ Uebrigens sei das Parenchym elastisch, halbfest, „semisolida“, durchsichtig, und enthalte den Nucleus mit dem Nucleolus.

Das Zellenparenchym der Nervenzellen des Vogelrückenmarks nennt Metzler 1855 [50]) eine „substantia friabilis“, und deren Oberfläche nennt er gestreift. Dieses Bild leitet Metzler „ex substantiae, quae cellulis inest, corrugatione, membranaque cellulari acido chromico plicata“ — ab, und sagt, dass es an der frischen Nervenzelle fehle: „namque cellula, si statu recenti inspicitur, talem speciem non praebet.“ Aber mit Unrecht; auch die frische Zelle erscheint granulirt und gestreift. Durch Schwefelsäure verschwindet, nach Metzler (ibid.), das gestreifte Ansehen („quum cellula turgescat“),

[42]) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiol. III. 1. Abth. p. 377.
[43]) R. Wagner, Neur. Unters., 18 4. [44]) Robin, in: l'Institut, in: 1846, Nr. 687.
[45]) Stannius, in: R. Wagner's neurol. Untersuchungen. 1854 p. 90.
[46]) Stannius, in: R. Wagner's neurol. Untersuchungen. 1854. p. 89.
[47]) Corti, in: Kölliker's Zeitschrift für w. Zoologie. 1851. p. 136.
[48]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. p. 290. Mikr. Anat. 1850. p. 406. 407.
[49]) Kupffer, l. c. 1854, p. 18. [50]) Metzler, l. c. 1855, p. 29.

die Zelle werde gleichmässig durchsichtiger, der Nucleus und Nucleolus deutlicher. Jedoch beweist dies nichts gegen das fibrilläre Gewebe des Zellenparenchyms. Erst müsste der Modus genauer erklärt sein, wie die Schwefelsäure wirkt. Denn dass sie durch Aufquellen der Zelle ihre Falten ausgleicht — das ist unbewiesen. Dann müsste blosse Erwärmung der Zelle (wodurch sie ja auch ausgedehnt werden muss) ein Gleiches wirken wie Schwefelsäure, und das ist doch nicht der Fall.

Das Parenchym der Nervenzellen nennen Bidder und Kupffer 1857 [51]) im frischen Zustande „fast ganz wasserhell, nur mit wenigen dunkleu Molekeln versehen, wachsartig weich und elastisch."

Das Nervenzellen-Parenchym bezeichnen Bidder und Kupffer ferner (p. 56) als „ganz homogen, oder feinkörnig, ausnahmsweise fein gestrichelt; letzteres ist gewöhnlich nur Folge des Aufliegens einer dünnen Schicht Bindegewebes, könnte aber auch daher rühren, dass Unregelmässigkeiten in der Schneide des durch das Rückenmark geführten Messers in der wachsartigen Masse der Zelle einen bleibenden Eindruck zurücklassen." Diese von Bidder und Kupffer gegebene Erklärung des gestrichelten Ansehens der Nervenzelle ist nicht zu billigen; denn mikroskopisch betrachtet ist auch die feinste Messerschneide eine Säge (wie bereits vor mehr als 30 Jahren Krombholz in seinen berühmten „Abhandlungen aus dem Gebiete der gesammten Akologie", 1825, auseinander gesetzt), und demnach müsste das gestrichelte Ansehen bei jeder durch Schnitt blosgelegten Nervenzelle in gleicher Weise erscheinen, was doch, nach Bidder und Kupffer, in der Regel nicht der Fall ist.

Das Zellenparenchym nennt Jacubowitsch [52]) „feinkörnig". Durch Liegen in kaltem Wasser verwandele sich (nach Jacubowitsch) das Nervenzellen-Parenchym in Fetttropfen (?), und die doppelten Contouren der Hülle sollen verschwinden.

Es scheint mir nicht schwer, zuerst die Ansicht von dem flüssigen Aggregatzustande des Zellenparenchyms zu widerlegen. Hannover urtheilte, dass der Zelleninhalt im frischen Zustande flüssig sei, aus dem Grunde, weil bei'm Rollen der Zelle der excentrische Kern seinen Platz, aber nicht seine Gestalt wechselt, und ausserdem aus der Durchsichtigkeit frischer Zellen. Er sagt: „le liquide contenu dans la cavité de la membrane cellulaire se voit le mieux, quand les cellules isolées sont mises en mouvement par de légères secousses du verre, sur lequel l'objet est étalé: le noyau excentrique y contenu change de place, mais non pas de forme, et reste suspendu à la face interne de la membrane cellulaire, tandis que celle-ci change de forme sans crever." l. c. p. 8. Bei der grossen Bedeutung, welche Hannover als Forscher hat, ist es zwar eine missliche Sache, ihm ohne die schärfsten Gründe zu widersprechen; indessen glaube ich doch, dass die oben von ihm vorgebrachten Gründe nicht entscheidend sind. Während die Zelle rollt, sagt Hannover, kann der Kern einen anderen Platz im Innern der Zelle annehmen. Der Kern wäre gleichsam wie eine kleine Kugel im Innern einer grossen Blase, an letztere wie mit einem dünnen Fädchen an einem Punkte befestigt, und bei deren Bewegung hin und her flottirend oder rollend. Meiner Ansicht nach lässt sich aber der Umstand, dass der Kern bei'm Rollen der Zelle nicht stets an dem nämlichen Punkte, d. h. gleich weit von den betreffenden Stellen der Peripherie der Zelle erscheint, anders erklären; dieser Umstand beweist streng genommen nichts anderes, als dass die Zelle eine Kugelgestalt nicht besitzt, der Kern dagegen schon mehr der Kugelgestalt sich nähert, also in allen Lagen der Zelle zwar rund oder rundlich erscheint, nicht aber in allen Lagen der irregulär geformten Zelle an gleichem Orte, d. h. gleich weit von allen Punkten der relativ oberen etc. Fläche der Zelle entfernt. Da der Kern excentrisch in der Zelle liegt, so ist es hierdurch gar nicht anders möglich, als dass, beim Rollen der Zelle, der Kern die verschiedenste Stellung zur Oberfläche und zu den begränzenden Rändern der Zelle unter dem Mikroskop darbietet, d. h. bald einem bestimmten Seitenrande der Zelle das eine Mal näher, das andere Mal entfernter liegt,

[51]) Bidder und Kupffer, l. c. 1857, p. 30. [52]) Jacubowitsch, l. c. 1856.

ohne seinen Platz in der Zelle selbst gewechselt zu haben. Ausserdem ist aber zu bedenken, dass es nicht wohl möglich sein dürfte, zu entscheiden, ob — bei'm Rollen der Zelle — der Kern wirklich seinen Platz gewechselt hat, oder ob die durchsichtige Zelle nur die dem Kern nähere oder die dem Kern entferntere Abtheilung ihrer Oberfläche dem Auge des Beobachters zugewendet, und in Folge dieses Umstandes die Täuschung veranlasst hat, als hätte der Kern seine Stelle gewechselt. Auch der andere von Hannover angeführte Grund, dass das Parenchym durchsichtig sei, nicht isolirt dargestellt werden könne, und beim Platzen der Zelle in der umgebenden Flüssigkeit verschwinde — findet nicht auf die Nervenzellen im Allgemeinen Anwendung. Es giebt sicherlich Nervenzellen bei vielen Thiergattungen, Fischen, Mollusken etc., welche im frischen Zustande ganz so, wie Hannover beschreibt, sich verhalten. Aus der Durchsichtigkeit derselben folgt aber nicht, dass sie bloss Flüssigkeit enthalten. Die Cornea des Thierauges ist auch durchsichtig, und dennoch ein festes Gewebe; der Glaskörper nicht minder, wie Hannover vor Allen nachgewiesen; der Inhalt der Nervenprimitivfaser, die Retina u. s. w. sind auch im frischen Zustande durchsichtig, und bestehen dennoch nicht aus blosser Flüssigkeit. Jener Umstand spricht blos für die unendlich grosse Zartheit der Gewebe, welche im frischen Zustande mit unsern jetzigen Hülfsmitteln noch nicht erkannt werden können. Und dieser nämliche Grund spricht auch gegen die andere Annahme Hannover's, dass — weil in der umgebenden Flüssigkeit der Zelleninhalt verschwindet — derselbe auch nur als eine Flüssigkeit betrachtet werden müsse.

Jedenfalls ist es bei den höheren Wirbelthieren an allen frischen Zellen, z. B. des Ochsen-Rückenmarks, leicht nachzuweisen, dass die Zelle nicht als ein Bläschen betrachtet werden kann, sondern ein ziemlich fester Körper ist, der bei der Compression nicht wie ein Bläschen platzt, sondern gequetscht, platt gedrückt und zum Auseinanderweichen seiner Molekule gebracht werden kann, dessen Inhalt sich aber dabei keineswegs wie eine mit Flüssigkeit gefüllte Membran verhält, und nicht in der sie umgebenden Flüssigkeit verschwindet, sondern die Formen seiner zerquetschten Molekule in der Flüssigkeit, bei gehöriger Beleuchtung und Vergrösserung und allenfallsiger Anwendung färbender Reagentien, wohl erkennen lässt.

Ich muss mich daher den Ansichten Valentin's, Rudolph Wagner's, Kölliker's u. A. in Bezug auf die Consistenz des Zellenparenchyms anschliessen, und gegen diejenige Hannover's — sofern sie allgemein auf Nervenzellen Bezug haben soll — aussprechen. Die Angaben Axmann's verlieren aber durch den Umstand an Bedeutung, dass derselbe, während er die Wirkung des Drucks auf die Zelle abbildet, auch zugleich den Beweis gegen seine eigne Behauptung liefert [53]). Der Zelleninhalt, wenn er flüssig wäre, müsste doch bei'm Ausfliessen aus der Zelle einen Tropfen oder mehrere Tröpfchen bilden; Axmann's Abbildung aber, die als Skizze im Ganzen richtig ist, zeigt nichts von Tropfen, sondern eine granulirte Masse, durch Druck auseinander getrieben. Axmann urtheilte auch wohl hauptsächlich aus der Durchsichtigkeit frischer Nervenzellen und aus der Veränderung ihres Ansehens bei der supponirten „Gerinnung des Marks", welcher man in den Elementen des Nervensystems bisher eine ungehörige Rolle zugetheilt hat. Das „Mark" der Zelle wird, wie Axmann sagt (p. 24), „in Folge der schnell eintretenden Gerinnung schnell zäh, körnig und gelblich, und tritt dann im Ganzen als zusammenhängende, etwas elastische Masse aus der Ganglienkugelhaut heraus". Gewiss ist es, dass das äussere Ansehen der Elemente des Nervensystems, vom Momente des Todes an, allmälig immer auffallendere Veränderungen in seiner äusseren Erscheinung zeigt, und zwar sicherlich in Folge von chemischen Vorgängen darin, welche durch das Aufhören des Lebens bedingt sind. Es ist wichtig, alle diese Vorgänge kennen zu lernen, und es wird eine Aufgabe der Physik und Mikrochemie sein, dieselben genau zu erkennen. Aber — durch die Annahme einer Gerinnung ist nichts erklärt, und noch

[53]) Axmann, l. c. 1853, p. 23. Fig. 2. f.

viel weniger ist es gestattet, aus der Durchsichtigkeit eines organischen Gebildes den Schluss auf seinen Aggregatzustand zu ziehen. Die Durchsichtigkeit bedingt keineswegs einen tropfbar-flüssigen Aggregatzustand, und demnach ist, wenn eine Nervenzelle durchsichtig ist, noch nicht der Schluss erlaubt, dass ihr Inhalt aus einer Flüssigkeit bestehe. Die Gewebe oder Elemente dieser kleinen Nervengebilde sind so zart und fein, dass sie eben im frischen Zustande sich ähnlich dem Humor vitreus, etc. unter dem Mikroskop verhalten, und nur durch künstliche Behandlung, durch die Veränderung in Folge des Lufteinflusses etc. auf sie in Bezug auf ihre Elementarstructur zu erforschen sind.

Ich glaube, dass diese Gründe genügen, um Hannover's, Axmann's und Anderer Annahmen mit denen Valentin's, R. Wagner's und Kölliker's, Bidder's, Kupffer's, Jacubowitsch's, Corti's, Metzler's u. A. in Einklang zu bringen.

Ich wende mich nun zu den Ansichten der verschiedenen Forscher, insofern solche sich auf das Gewebe, oder die feinste Textur des Nervenzellen-Parenchyms beziehen. In diesen folgenden Betrachtungen werde ich zuerst über die fibrillären, dann über die körnigen Elemente des Nervenzellen-Parenchyms reden; hiernach die Frage über die Doppelcontour desselben besprechen, und zuletzt die verschiedenen Ansichten über das Pigment des Nervenzellen-Parenchyms betrachten.

2. Das Vorkommen fibrillärer Theile im Gewebe des Nervenzellen-Parenchyms betreffend.

Die Hauptfrage für meinen Zweck bleibt jetzt die: ob die Annahmen der im Vorausgehenden genannten Beobachter mit den meinigen in Uebereinstimmung gebracht werden können, insofern ich nämlich das Zellenparenchym als aus Elementarröhrchen zusammengesetzt ansehe. Diese Frage lässt sich allerdings nicht unbedingt bejahen; denn weder Valentin, noch Hannover oder Wagner und Kölliker u. A. sprechen von Röhrchen des Zellenparenchyms. Sie sahen nur dunkle Punkte von grössserem oder kleinerem Umfang in demselben. Ich kann diese Angaben nur für ganz übereinstimmend auch mit den Resultaten meiner eignen Untersuchungen bezeichnen, sofern man von den Ergebnissen einer bei 350—400-maliger Vergrösserung angestellten Untersuchung redet. Und diese Vergrösserung ist es, welche die genanten Forscher durchschnittlich benutzt und bei welcher sie ihre Abbildungen angefertigt haben. Bei einer solchen, relativ zu niedrigen, Vergrösserung sieht man allerdings gewöhnlich nichts Anderes, oder nichts Anderes mit Sicherheit, als was jene Forscher beschrieben haben. Man sieht an Nervenzellen, sowohl frischer wie in Chromsäure etc. aufbewahrter Präparate, nur die Umbeugungswinkel der Elementarröhrchen, oder die ideellen Querdurchschnittsflächen in der Ebene ihrer Umbeugung, und diese Stellen erscheinen als rundliche Punkte, und erzeugen durch ihre Menge das granulirte Ansehen des Zellenparenchyms. Die helleren Räume zwischen diesen dunklen Punkten, welche bei stärkern Vergrösserungen sich als kürzere oder längere Fragmente von Elementarröhrchen ausweisen, die man alsdann in Continuität in verschiedener Strecke und in verschiedenen Ebenen verlaufen sieht, sind bei einer so schwachen (300—400-maligen) Vergrösserung nicht zu erkennen. Wendet man aber eine 700-malige lineare Vergrösserung an, vorausgesetzt, dass das Mikroskop eine genügende Kraft besitzt, so findet man auch in den frischen Nervenzellen nicht blos jene granulirte Masse, sondern man sieht, dass das Zellenparenchym von faserartigen Massen durchzogen ist, die bald gerade oder gewundene, linienförmige, hellere Räume in der granulirten Masse bilden. Ich zweifle kaum, dass auch jene Forscher die höheren Vergrösserungen angewandt, und auch die eben erwähnten hellen Räume oder Streifen im Zellenparenchym beobachtet haben. Aber — dem sorgsamen Forscher, welcher ängstlich darauf bedacht ist sich vor Täuschungen zu wahren, erscheinen solche Räume wohl eher als künstlich durch die Präparation erzeugte Veränderungen des Zellenparenchyms u. s. w., und er würdigt sie keiner genaueren Untersuchung; er schweigt deshalb von ihnen, indem er sich an das hält, was als etwas ganz

sicher zu Beobachtendes unter allen Umständen sich ergiebt. Die Anwendung noch höherer Vergrösserungen als von 300—400 linear steht ohnedies in einem zweideutigen Rufe bei den heutigen Mikrographen, und Viele behaupten geradezu, dass das, was sie bei einer 400-maligen Vergrösserung nicht sicher zu erkennen vermögen, bei noch höheren Vergrösserungen nicht deutlicher wird. Ich kann diese Meinung — vorausgesetzt, dass man mit den besten oder besseren Instrumenten arbeitet — durchaus nicht theilen. Ich muss daher die Anwendung einer zu geringen Vergrösserung vor allen Dingen als die Hauptursache ansehen, weshalb jene Forscher die röhrchenartigen Gebilde des Zellenparenchyms nicht erkannt haben.

Nun unterliegt es aber keinem Zweifel, dass in nicht seltenen Fällen auch bei Anwendung einer 300—400-maligen Vergrösserung röhren- oder faserartige Gebilde im Zellenparenchym zu erkennen sind, und dass diese Gebilde breiter sind als die feinsten oben von mir beschriebenen Elementarröhrchen. Der Erste, welcher solche faserartige Gebilde im Zellenparenchym sah, ohne ihnen weitere Bedeutung beizulegen, war Remak. In seinen Observationes anatomicae (1838) bildet er auf Tab. I. Fig. 14. B. eine Zelle ab, von deren Kern zwei dunkle kurze faserartige Fortsätze abgehen. Remak sagt in der Erklärung nur: „Globulus nuclei forma insignis." Nach Remak hat auch Valentin in einer Abbildung, welche er einige Jahre später (1842) von einer grossen centralen Nervenzelle gab [54]), ganz deutlich Streifen oder Fibrillen gezeichnet, welche von dem Fortsatz der Zelle (zugespitzten Ende) gegen den Kern hin durch die grössere Hälfte des Zellenparenchyms in fast paralleler, nur schwach divergirender Richtung hindurchstrahlen. Zugleich bemerkt er ausdrücklich, l. c. p. 697: „Wie bei den peripherischen Nervenkörpern, so existiren auch hier (bei den centralen) in der Grundmasse oft mehr oder minder deutlich kennbare Kugelgebilde, bisweilen auch mehr oder minder deutliche Streifen oder Falten. Fig. 48." Valentin untersuchte aber diese Streifen nicht genauer.

Zwei Jahre später kam Remak entschiedener auf die Erkenntniss fibrillärer Gebilde im Zellenparenchym zurück. Remak nahm nämlich im Jahre 1844 [55]) faserartige Gebilde in dem Nervenzellen-Parenchym an, und versuchte solches durch eine schematische Zeichnung [56]) zu versinnlichen. Er sagt: „Wo ein feineres Rohr in eine Ganglienkugel übergeht, erkennt man zuweilen in der letzteren, dass sehr zarte, granulirte, den Kern umkreisende Fasern die Substanz der Kugel zusammensetzen, und sich an der Uebergangsstelle der Kugel in das Rohr sammelnd eine Fortsetzung des pulverigen (R. will sagen: punktirten) Inhalts des letzteren bilden."

Ferner sah Harless [57]) an den Nervenzellen des Lobus electricus cerebri des Zitterrochens faserartige Gebilde, welche vom Nucleolus aus durch die ganze Dicke des Nucleus und des Zellen-Parenchyms sammt der Zellenhülle hindurchtraten, und sich sogar ausserhalb der Zelle eine Strecke weit, an Länge dem Durchmesser der ganzen Zelle gleich, oder noch weiter verfolgen liessen. Harless bildet dieses Verhalten auch in den Fig. 4. 5. 9. ab. Er hält diese Fortsätze für wahre Primitivfasern, und deren unmittelbarer Zusammenhang mit dem Nucleolus (dem „inneren Kerne", wie Harless sagt) schien ihm durch Anwendung von Jodine ganz zweifellos deutlich.

Im folgenden Jahre, 1847, machte Axmann seine Beobachtungen bekannt [58]). Axmann sah in dem Nervenzellen-Parenchym [59]) Röhren- oder Faser-artige Gebilde, und bildete solche ab (Fig. 6. 7. 8. 9. 10); er hielt dieselben für die unmittelbare Fortsetzung des Axencylinders einer in eine Zelle eintretenden Nervenfaser, welcher sich mit dem Nucleus derselben in Verbindung setze.

54) Valentin, in: R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. I. Tab. IV. Fig. 48.

55) Remak, in: Müller's Archiv, 1844. p. 469. 56) Remak, in: Müller's Archiv, 1844, Tab. XII. Fig. 9.

57) Harless, in: Müller's Archiv, 1846. p. 285, ff.

58) Axmann, Disert. inaug. de gangliorum systematis nervos. structura penitiori ejusque functionibus. Berlin 1847. 4. Mit 1 Taf. Abbildungen. Ausführlicher und umgearbeitet in dessen: Beiträge zur mikroskop. Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nervensystems etc. Berlin 1853. 8. 59) Axmann, l. c. p. 30—32.

Zwei Jahre nach der Bekanntmachung der Axmann'schen Dissertation veröffentlichte Lieberkühn seine gekrönte Preisschrift [60]). Lieberkühn beobachtete im Zellenparenchym breitere und feinere Röhren-artige Gebilde, welche er als die unmittelbaren Fortsetzungen von Nervenfasern ansah, die in die Zelle eintraten und mit dem Nucleus und Nucleolus sich in Verbindung setzten. Gleichzeitig oder bald nachher (1850) veröffentlichte auch Valentin ähnliche Beobachtungen, wie Harless, an den Nervenzellen des Lobus electricus cerebri bei'm Zitterrochen. Valentin giebt nämlich in seinem Lehrbuch der Physiologie [61]) Abbildungen dieser Verhältnisse; zwar nennt er sie „Scheinursprünge von Nervenfasern" und sagt, dass „die offenbar abgerissene Primitivfaser über der Ganglienkugel lag" (p. 701), und dass es ihm nie gelungen sei, diese Fortsätze in ächte Nervenfasern übergehen zu sehen. Indessen aus dem später Mitzutheilenden dürfte sich eine andere Anschauung ergeben.

Drei Jahre später (1853) wiederholte Remak, dass das Zellenparenchym aus einer fibrillösen Masse bestehe. Er fand [62]) bei frischen Rochen die einzelnen Nervenzellen wie aus lauter zwiebelartig in einander liegenden Häuten oder faserigen Massen zusammengesetzt [63]) und sagt [64]), dass bei'm Uebergange der Primitivröhren in die Kugeln der Spinalganglien (bei Raja clavata) die fibrillösen Streifen der Wand des Axenschlauchs in die fibrillöse Masse, aus welcher die Substanz der Kugel besteht, übergehen.

In demselben Jahre veröffentlichte Axmann [65]) seine bereits erwähnte Ueberarbeitung der Dissertation, worin er in Bezug auf den hier zu besprechenden Gegenstand die früheren Ansichten wiederholt.

Wir haben hier eine Reihe von Beobachtungen, welche von verschiedenen Seiten her verschieden beurtheilt worden sind, deren Wichtigkeit aber unverkennbar ist. Ich halte eine genauere Analyse derselben für unerlässlich und wende mich zuerst zu den Angaben von Harless. Diese Beobachtungen, wenn sie sich bestätigen liessen, würden eine bedeutende Stütze für meine Angaben sein, ja letztere würden kaum etwas anderes sein, als eine Bestätigung der Harless'schen Befunde. Die Untersuchungen von Harless wurden von verschiedenen Seiten her als unrichtig bezeichnet [66]). Wagner meint (p. 377), dass der Anlass zur Täuschung für Harless Fragmente von über oder unter den Nervenzellen gelagerten Nervenfasern gewesen seien, und bildet in Fig. 41 u. 42 solche ab, „die scheinbar davon entsprangen; sie lösten sich aber doch immer leicht, wenn man mit der Staarnadel einen schwachen Druck auf das deckende Gläschen ausübte." Diesen Gründen gegenüber muss ich aber die nämlichen Gegengründe geltend machen, welche ich bei denen Valentin's (s. u.) darbringen werde. Ich glaube also nicht, dass Harless sich einer so groben Verwechselung schuldig gemacht habe, um so weniger, als die feineren Fasern, welche Harless bis zu dem Nucleolus laufen sah, wohl nicht mit den doppeltcontourirten Primitivfaser-Fragmenten verwechselt werden konnten, ihrer auffallenden Verschiedenheit im äusseren Ansehen wegen. Auch ich habe bei vielen, speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, welche ich im Herbste 1855 am electrischen Gehirnlappen des Zitterrochen in Nizza

[60]) N. Lieberkühn, de gangliorum structura penitiori. Berlin 1849. 4. 1 Taf. Abbild.

[61]) Valentin, Lehrb. d. Physiologie. 2. Aufl. 3. Abth. 1850. Fig. 24. f. d.

[62]) Remak, in: Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden. 1853. p. 182.

[63]) Die körnige Substanz der Ganglienkugeln einer Raja batis, 24 Stunden in Chromsäurelösung (verdünnter) und doppelt kohlensaurem Kali aufbewahrt, war in ein regelmässig faseriges Gefüge umgewandelt, und zwar liessen sich zwei Schichten von Fäserchen unterscheiden, die innere umgab concentrisch den Kern, die äussere verlief nach beiden Polen in den Canal des Axenschlauchs. Gleiches sah Remak an den multipolaren Ganglienkugeln im Rückenmark der Säugethiere, in denen sich ein ähnlicher faseriger Bau bemerklich macht, der sich in die Strahlen (Nervenzellen-Fortsätze) hinein verfolgen lässt; auch an den Nervenzellen der Retina nach Einwirkung von Sublimat, Alkohol oder Chromsäure.

[64]) Remak, in: Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1853. 12. Mai.

[65]) Axmann, Beiträge zur mikr. Anat. des Ganglien-Nervensystems. 1853. Berlin.

[66]) Von Kölliker, in dessen und Siebold's Zeitschr. für wissensch. Zool. I. p. 136; von Robin u. R. Wagner; s. R. Wagner, Handwörterbuch d. Physiol. III. 1. Abth. p. 367, 377 u. 379.

angestellt habe, niemals das von Harless abgebildete Verhalten verificiren können, und ich muss daher die Angaben von Harless als solche betrachten, welche den von mir oben gegebenen Auseinandersetzungen über das Gewebe des Zellenparenchyms keine directe Stütze verleihen. Es hiesse aber alle Glaubwürdigkeit mikroskopischer Untersuchung in Zweifel ziehen, wollte man die Angaben von Harless geradezu als unrichtig, als Täuschungen in jeder Hinsicht ansehen. Man wird nicht läugnen können, dass Harless, vom reinsten Streben beseelt, doch irgend etwas gesehen haben müsse, was ihm Anlass zu der von ihm gegebenen Darstellung gab. Und es bleibt mir aus mehrfachen Gründen auch kein Zweifel, dass Harless von dem, was er beschreibt und abbildet, auch Alles gesehen hat, nur nicht in dem von ihm gezeichneten Zusammenhange. Zuerst scheint es mir wichtig zu sein, den Beweis zu liefern, dass die Abbildungen, welche Harless gab, nur schematische, nicht getreue Darstellungen der gesehenen natürlichen Verhältnisse sind. Zu diesem Beweise hat uns Harless selbst die Documente geliefert. Er sagt nämlich l. c. p. 288: „Da die Nervenfaser niemals in der Ebene des grössten Kreises der Ganglienkugel eintritt, sondern immer einen kleinen Bogen bildet, wodurch sie in einer Ebene, die mit jener einen Winkel bildet, sich an die innere Zelle (so nennt Harless den Nucleolus) begiebt, so kommt es, dass man nie die ganze Faser, so weit sie innerhalb der grossen Ganglienkugel (Zellenparenchym und Hülle) verläuft, zugleich mit dem Kern (Nucleolus ist hier gemeint) der kleinen (Nucleus) in den Focus stellen kann, und dass man, wenn man die Körper von oben betrachtet, stets auf die Durchschnittsebene der Faser sieht, die dort, wo sie entspringt, als Kern der inneren Kugel erscheint.“

Hieraus geht hervor, da Harless in seinen Abbildungen die „Nervenfaser“ in continuo von der Zellenhülle an durch das ganze Parenchym der Zelle, wie durch das ganze Parenchym des Zellenkerns hindurch, bis zum Nucleolus zeichnet, dass Harless etwas abgebildet hat, was er in der Natur selbst nicht in dieser Weise, wie er oben ausdrücklich bemerkt, sehen konnte. Hieraus geht also hervor, dass die Abbildungen von Harless schematische sind und jedenfalls nicht den Werth naturgetreuer Darstellung in Anspruch nehmen können. Aber ein Stück Wahrheit liegt denselben zu Grunde, wie ich aus eigner Untersuchung der betreffenden Gebilde mich überzeugt habe. Ich fand bei 300—400-facher Vergrösserung wiederholt helle Räume, gleich faserartigen Gebilden, welche vom Rande des Nucleus durch die ganze Dicke oder nahezu durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms bis zur Peripherie der Zelle verliefen, ähnlich wie Harless Fig. 3 c. abbildet; jedoch konnte ich diese helle Faser (man gestatte diesen Ausdruck vorläufig) nicht bis in das Innere des Nucleus, geschweige denn bis zum Nucleolus verfolgen, wie das Harless abgebildet hat. Dieser vom Nucleus aus durch das Zellenparenchym bis zu der Hülle des letzteren hin sich in gerader Linie oder geschlängelt erstreckende Fortsatz erschien mir einige Male in offenbarer Continuität mit der Contour des Nucleus, resp. eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren nicht geschlossenen Contour des Nucleus zu sein; andre Male war diese Continuität nicht nachzuweisen. In einem Falle beobachtete ich in einem feineren Abschnitte des lobus electricus cerebri von Torpedo zwei mit einander verschmolzene Zellen, resp. eine noch nicht völlig, obwohl nahezu getheilte Zelle, in welcher die beiden Nucleoli durch eine helle blasse Faser (oder faserartige Masse) wie durch eine Commissur mit einander verbunden waren, fast ganz so, wie Harless in der Gruppe Fig. 1 die beiden obersten Zellen links abbildet. Die helle Faser ging von dem Nucleolus der einen Zelle durch die ganze Dicke des Nucleus und des Zellenparenchyms der einen Zelle, trat in die andre Zelle, da wo ihr Zusammenhang mit der Zwillingszelle oder die Brücke zwischen beiden am breitesten war, ein, durchsetzte das Zellenparenchym und den Nucleus dieser zweiten Zelle und trat in den Nucleolus derselben ein. Von dem Nucleolus dieser letzteren aber traten überdies in Form eines Kreuzes noch drei andre gleich breite und helle Fasern, durch den Nucleus und das Zellenparenchym, in fast gerader Linie gegen die Peripherie der Zelle hin, ohne jedoch letztere ganz zu erreichen. Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung erschien in der die beiden Nucleoli verbindenden Faser noch

ein dunkler Längsstreif in der Mitte; zu den stärksten Vergrösserungen war die betreffende Zelle nicht geeignet, sie war nicht durchsichtig genug, zu dick. Diese Faser war $^{1}/_{750}'''$ breit, und gehörte also keineswegs zu den feinsten Elementarröhrchen. Ich glaube, dass das von mir beschriebene Gebilde ganz mit den von Harless bezeichneten identisch ist. Das, was meine Beobachtung von derjenigen, die Harless gemacht, unterscheidet, ist — nach Harless — der unmittelbare — von mir aber nicht gesehene — Zusammenhang der betreffenden Faser mit den grossen Ausläufern der Zelle, welche von Harless geradezu als Nervenprimitivfasern angesehen werden. Ueber diesen Punkt werde ich bald ausführlicher reden. Ausser dieser Differenz in der Beobachtung ist es auch die Deutung, welche Harless jenen blassen Fasern giebt. Er hält sie gleichfalls für die unmittelbare Fortsetzung der Primitivfaser in die Zelle hinein. Mir scheint es dagegen, dass dieselbe vielmehr für den Axencylinder einer in die Nervenzelle eintretenden Primitivfaser angesehen werden muss; ich stimme also nur theilweise auch in dieser letzteren Beziehung mit Harless überein.

Vergleichen wir hiermit dasjenige, was Valentin an den gleichen Objecten beobachtete, so scheint mir die Uebereinstimmung kaum verkennbar. Denn der Umstand, dass ich diese Theile an Nervenzellen fand, welche in feinsten Abschnitten aus dem lobus electricus enthalten waren, bei deren Präparation keinerlei Zerfaserung vorausgegangen, also keine Unter- oder Ueberlagerung eines Nervenfaserfortsatzes unter oder über die betreffende Nervenzelle möglich war, beweist, dass Valentin's Zweifel wohl nicht durchaus auf seine eignen wie auf Harless' Beobachtungen angewendet werden können, und dass vielmehr jenes Verhalten der Nervenzellen nicht stets als Artefact zu betrachten ist.

Aber — ganz abgesehen von diesen Deutungen — ist für mich der eine Punkt wesentlich, dass — ausser der körnigen Masse — in dem Zellenparenchym auch noch Faser-artige oder Röhren-artige Gebilde, in Form heller, blasser, durch zwei parallele Contouren begränzter Räume, von der Breite des Axencylinders einer Nervenprimitivfaser, oder etwas schmäler, seltener aber breiter vorkommen, welche in gerader Linie oder geschlängelt verlaufen, meistens in der Richtung von der Zellenhülle nach dem Nucleus hin radienartig das Zellenparenchym durchziehen. Diese Thatsache ist das allergeringste, was der unbefangene Beobachter (an den Nervenzellen von Torpedo und anderen) zugestehen muss, und was zuerst beobachtet zu haben Harless gelang.

Was die Axmann'schen Beobachtungen betrifft[67]), welcher — ausser der körnigen Masse — Röhren- oder Faser-artige Theile in dem Zellenparenchym sah und solche (Fig. 6. 7. 8. 9. 10) abbildete, so habe ich lange Zeit darauf verwandt, dieselben zu verificiren. Es ist mir aber nie gelungen, einen so unzweideutigen Zusammenhang eines Fortsatzes des Nucleus mit dem Fortsatz der Nervenzelle, resp. den Uebergang eines Fortsatzes des Nucleus in den Axencylinder einer von der Nervenzelle ausgehenden Primitivfaser wahrzunehmen, wie das von Axmann behauptet und abgebildet wird. Ich sah wiederholt helle Räume in der bezeichneten Richtung, und ganz wie ich oben von den Nervenzellen bei Torpedo angegeben, auch in dem Ganglion Gasseri von Ochsen und Hämmeln; ich glaube daher, dass auch die Axmann'schen Abbildungen mehr als schematische anzusehen sind. Und nur in so weit, als sie die hellen faserartigen Räume im Zellenparenchym constatiren, scheinen sie mir Bedeutung zu haben.

Sahen also auch Harless und Axmann nicht die von mir beschriebenen Elementarröhrchen des Zellenparenchyms, so gewahrten sie doch faserartige Theile, ähnlich Strecken des Axencylinders in Continuität, innerhalb des Zellenparenchyms, die auch den übrigen Beobachtern entgangen waren. Es möge diese Bemerkung wenigstens darauf hindeuten, dass das Zellenparenchym selbst von unsern besten Forschern wohl noch nicht mit der genügenden Sorgfalt beobachtet worden ist, indem ihnen Bestand-

[67]) Axmann, l. c. p. 30–32.

theile desselben entgingen, die selbst bei mittelstarken Vergrösserungen mit aller Evidenz zu beobachten sind. Dass es hiernach begreiflich wird, warum noch zartere und nur bei viel stärkeren Vergrösserungen wahrnehmbare Gebilde der Nervenzelle, wie das die von mir beschriebenen Elementarröhrchen sind, von den Beobachtern nicht erkannt wurden, liegt klar am Tage.

Ich wende mich jetzt zu Lieberkühn's Beobachtungen. Den Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Nucleus sah nämlich auch Lieberkühn[68]): „Aliquoties contigit, ut fibram nerveam in nucleum intrantem viderem; nucleus apparuit globulus fibrae nerveae adhaerescens, quasi amplificata sive intumescens fibra. Idem Axmann in diss. inaug. descripsit et E. Bruecke vidit." Lieberkühn bildet das ab in Fig. 1, 3, 4 u. 5. In Fig. 1 bildet Lieberkühn einen mit einer unzweideutigen Nervenfaser zusammenhängenden Fortsatz einer Nervenzelle ab, dessen scharfe Contouren durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms hindurch bis zum Nucleus sich erstrecken, und im Centrum jenes Fortsatzes ist eine feinere Faser, gleich dem Axencylinder, sichtbar und ganz scharf gezeichnet, welche den Nucleus durchbohrt und in den Nucleolus eintritt. Die übrigen Figuren enthalten mehrere feine (dem Axencylinder im Sinne Lieberkühn's ähnliche) Fortsätze, die in gleicher Weise das Zellenparenchym und den Nucleus durchsetzen und mit dem Nucleolus in Verbindung stehen (Fig. 2, 3, 4, 9), oder breitere blasse Fortsätze, die durch das Parenchym der Zelle hindurch sich bis zum Nucleus erstrecken (Fig. 3, 5, 8).

Lieberkühn[69]) hält jene feinen Röhren- oder Faser-Gebilde, die zum Nucleolus gehen, und die er als „filum" bezeichnet, für die unmittelbaren Fortsetzungen des Axencylinders. „Quidnam est illud filum? Non dissentit ulla re a cylindro axis Purkinje."

Von diesen Beobachtungen, wenn sie sich bestätigten, müsste ich das Nämliche sagen, was ich von den durch Harless und Axmann veröffentlichten mitgetheilt habe. Indessen ich habe niemals eine Beobachtung gemacht, welche ganz und gar mit der einen oder der andern von Lieberkühn mitgetheilten übereinstimmt. Ich habe nur Fragmente derselben zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Und es bleibt mir hier wiederum nichts anderes übrig, als die Erklärung zu finden, wie es kommt, dass ein Forscher wie Lieberkühn, dem man Sorgfalt, Wahrheitsliebe und Geschicklichkeit in der Untersuchung gewiss nicht von vorn herein absprechen darf, Darstellungen giebt, die von Anderen nicht so wieder gefunden werden können. Die Erklärung scheint mir in Folgendem zu liegen.

Die Abbildungen Lieberkühn's, recht sauber ausgeführt, sind im Allgemeinen naturgetreuer als die Abbildungen von Axmann und Harless, aber ich kann dieselben dennoch nur als Skizzen betrachten, welche nicht als ganz getreue Darstellungen der natürlichen Verhältnisse und der Erscheinungsweise verschiedener betreffender Theile angesehen werden können.

In Fig. 1 ist der Uebergang der Nervenfaser in die Nervenzelle bis zu deren Nucleus dargestellt, und zwar ist die Nervenfaser-Fortsetzung innerhalb des Nucleus-Parenchyms so auffallend scharf durch linienförmige Contouren von dem Zellenparenchym gesondert und viel heller als letzteres dargestellt, dass ich bekennen muss, niemals ein gleiches oder diesem ähnliches Verhalten gesehen zu haben. Ich habe auf feinen Abschnitten aus dem in Chromsäure gehärteten Ganglion Gasseri des Ochsen den Zusammenhang einer Nervenfaser und einer Nervenzelle in der Art gesehen, dass das sogenannte Mark (die dunklen Contouren) einer Nervenfaser bis in das Parenchym einer Zelle eintrat, wie andere Forscher, z. B. Wagner, Bidder u. s. w. sahen und abbildeten; aber niemals habe ich die Faser in der ganzen Breite, oder nahezu in ihrer ganzen Breite, in der von Lieberkühn gezeichneten Weise verlaufen, und sich bis zum Nucleus erstrecken gesehen. Stets fand ich, dass die Elementarröhrchen der in die Zelle eintretenden Nervenfaser sich zertheilten, ihren ursprünglichen Aggregat-

[68]) Lieberkühn, l. c. p. 12. [69]) Lieberkühn, l. c. p. 14.

zustand verloren oder vielmehr veränderten, und sich mit den feinen Elementarröhrchen der Zelle auf das Mannichfaltigste und in einer noch nicht genügend erkannten Weise vereinigten. Auch an Nervenzellen aus den Ganglien des Frosches ist es mir nicht gelungen, ein der Lieberkühn'schen Zeichnung ähnliches Präparat darzustellen. Nun lässt sich aber nicht läugnen, dass der Zufall manchen Forschern zu finden versagt, was er den andern gelingen lässt, und es wäre kaum zu rechtfertigen, wollte man annehmen, dass Lieberkühn ein über oder unter der Zelle liegendes Faserfragment für eine in die Zelle eindringende Faser gehalten, oder, mit Valentin zu reden, einen Scheinursprung für einen wirklichen Faserursprung genommen habe. Es liegt blos nahe, zu schliessen, dass Lieberkühn die Theile nicht so scharf, wie er sie zeichnet, in der Natur gesehen habe, und zwar aus folgenden Gründen: Ausser der breiten Nervenfaser zeichnet Lieberkühn auch noch den Axencylinder derselben als einen von zwei scharfen, dunklen, Linien beiderseits begränzten Faden, der sich von dem dunkelrandigen Theile der Nervenfaser ausserhalb der Nervenzelle — oder von einem Punkte der Faser an, noch bevor sie in die Zelle eintritt — bis in den Nucleolus hinein in ungetrennter Continuität verfolgen lässt. Diese Darstellung wiederholt sich in Fig. 2, 3, 4, 9. Auch dieses Verhalten zu verificiren bin ich niemals im Stande gewesen. Ich habe helle Streifen, von dem Durchmesser der von Lieberkühn als „fila" oder Axencylinder bezeichneten Theile, durch lange Strecken des Nucleus-Parenchyms und des Zellen-Parenchyms verlaufen sehen, oft an comprimirten Zellen in gerader Linie; auch schienen mir dieselben manchmal mit dem Nucleolus in Verbindung zu sein, mehrmals mit absoluter Sicherheit. Auch konnte ich diese „fila" wiederholt bis in einen grossen Nervenzellen-Fortsatz verfolgen, nicht aber frei an der Peripherie der Zelle endend gewahren. Ich muss daher auch diese Darstellungen Lieberkühn's, die ich doch zum Theil gewissermaassen bestätige, dennoch als nicht ganz naturgetreu bezeichnen. Ich kann nur sagen, dass ich von Allem, was Lieberkühn abbildet und gesehen zu haben behauptet, Bruchstücke sah; also Ausläufer des Nucleolus bis in das Zellenparenchym; Ausläufer des Nucleus, Ausläufer des Zellenparenchyms u. s. w. Aber ich habe diese Bruchstücke nicht in der von Lieberkühn gezeichneten continuirlichen Verbindung gesehen; ich sah dieselben nie in ununterbrochener Continuität von einer Nervenprimitivfaser ausserhalb der Peripherie der Zelle, obwohl mehrmals von einem ausserhalb der Zelle gelegenen Punkte an, bis zu dem Nucleolus hin.

So misslich es daher immer ist, die von einem Andern gemachten Beobachtungen zu verdächtigen, so muss ich dennoch — nach den Ergebnissen meiner bisherigen Untersuchungen — die bildlichen Darstellungen Lieberkühn's meistentheils als nicht ganz getreue bezeichnen.

Dagegen muss ich andere Darstellungen desselben Autors als mit meinen Erfahrungen übereinstimmend betrachten; z. B. dessen Darstellung eines Nucleolus mit zwei Fortsätzen, in Fig. 4. Während in allen übrigen Figuren der Nucleolus von Lieberkühn als scharf begränzte Kreislinie oder Oval gezeichnet ist, sieht man hier den Nucleolus geschwänzt, also nicht mit ununterbrochener kreisförmiger oder ovaler Contour, wie ich das selbst gesehen. Dass Lieberkühn, wie die meisten andern Forscher, den Nucleolus als geschlossenen Kreis zeichnet, hängt von der zu geringen Vergrösserung ab, unter der er seine Zellen untersuchte. Ueberdies muss ich bemerken, dass die von Lieberkühn als „fila" bezeichneten Theile viel grösser (dicker) sind, als die feinen von mir beschriebenen Elementarröhrchen, die von mir durch eine grosse Strecke der Zelle in Continuität verlaufend beobachtet worden sind. Keine Kunst ist im Stande, diese zarten Gebilde vollkommen naturgetreu darzustellen, und Lieberkühn's Abbildungen scheinen mir evident viel zu scharf, und daher nur als Skizzen zu betrachten.

Nach allem Vorausgegangenen kann ich daher von Lieberkühn's Beobachtungen nur so viel, als mit meinen Beobachtungen übereinstimmend, zulassen, dass in dem Parenchym der Zelle (wie des Nucleus) helle, faserartige oder röhrenartige Räume von wechselnder Breite vorkommen.

Alle die im Vorausgegangenen citirten Mittheilungen von Harless u. A. blieben aber ohne

Einfluss auf die Ansichten der meisten heutigen Anatomen; und Kölliker vor Allen giebt dem Zweifel an denselben den entschiedensten Ausdruck, indem er Remak's Ansichten entgegentritt. Er sagt über die von Remak angenommene besondere Hülle des Parenchyms der Nervenzellen ausser der Zellmembran, welche Remak in der Versammlung der Naturforscher in Wiesbaden vertheidigte, indem er behauptet, dass der Inhalt der Nervenzellen in den Ganglien von Rochen noch eine besondere Hülle — ausser der Zellmembran — besitze, welche in die Hülle der sogenannten Axenschläuche sich fortsetze, während die eigentliche Zellmembran derselben in die structurlose Nervenscheide übergehe, und während zwischen beiden zuweilen als Fortsetzung der sogenannten Markscheide des Nervenrohrs eine ölige Substanz liege, — Folgendes: „Was jene zweite Hülle betrifft, so ist dieselbe eben so zweifelhaft, wie die Hülle des Axencylinders selbst" [70]). Die von Remak in Zellen angenommenen fibrillären Theile hält vielmehr Kölliker [71]) für „Artefacte durch das Reagens" (Chromsäure) erzeugt. Nach dem Vorausgegangenen kann ich aber Kölliker's Ansicht nicht ganz theilen, obwohl ich auch Remak's Darstellung nicht für ganz richtig halte. Ich finde nämlich diese betreffenden Streifen auch an frischen Zellen ohne Reagens. Kölliker's Einwendungen sind daher nicht gerechtfertigt. Ich ziehe aus Allem nur den einen Schluss: dass in dem Zellenparenchym faser- oder röhrenartige Gebile vorkommen.

3. Die körnigen Gebilde im Nervenzellen-Parenchym betreffend.

Die grösseren körnigen, einem Nucleolus ähnlichen, Gebilde im Zellenparenchym betreffend, welche ich oben als Querdurchschnittsflächen von Axencylindern innerhalb der Nervenzelle betrachtet habe, sind auch von andern Beobachtern vor mir gesehen und abgebildet worden, z. B. von Hannover, l. c. Tab. III. Fig. 45, c., Fig. 46, a. b., Fig. 47; Tab. VI. Fig. 84, a; hauptsächlich aber Tab. VII. Fig. 85, a., Fig. 86, Fig. 89. Man könnte geneigt sein, hier eine Verwechselung mit Kernen der Zellenhülle zu vermuthen; indessen glaube ich, dass bei einiger Uebung eine solche Verwechselung nicht Statt finden kann. Einstweilen begnüge ich mich, auf diesen Punkt nur hingedeutet zu haben.

Die dunklen Körnchen im Parenchym der Nervenzelle hält Kölliker für Fett. Er sagt: „Das Fett, das man in geringer Menge auch in der grauen Substanz gefunden hat, bildet auf jeden Fall die dunklen Körnchen der Zellen, und scheint auch sonst im Inhalte derselben sich zu finden" [72]). Dieser Ansicht Kölliker's kann ich nicht beipflichten, weil man sonst gezwungen wäre, manche Nervenzellen als Fettzellen zu betrachten. Untersucht man z. B. die Nervenzellen, welche in den Grosshirnschenkeln vorkommen (Subst. nigra Sömmerringii), so findet man das ganze Parenchym dieser Zellen, mit Ausnahme des Nucleus und Nucleolus, braunschwarz gefärbt, durch und durch; und an keiner Stelle des Zellenparenchyms erscheint eine anders gefärbte Substanz. Wäre aber hier wirklich die ganze Zellenparenchym-Substanz nur aus Fett zusammengesetzt, so bliebe ihre dunkle Farbe unerklärlich, um so mehr, als man die sogenannte Markscheide in den Nervenprimitivfasern, die man aus „Fett" bestehend annahm, gerade wegen ihrer Durchsichtigkeit, oder wegen ihres Lichtbrechungs-Vermögens, dass dem des flüssigen Fettes gleich ist, als „Fett" ansprach. Inwieweit die Fettkörnchen von Pigmentkörnchen zu unterscheiden sind, und inwiefern überhaupt Unterschiede zwischen Fett- und Pigmentkörnchen im Parenchym der Nervenzelle existiren, — das genauer darzulegen wird in einer andern Abhandlung von mir versucht werden. Einstweilen will ich nur auf die streitigen Fragepunkte hingedeutet haben.

[70]) Kölliker, Gewebelehre 1855. p. 291. [71]) Kölliker, Gewebelehre, 1855. ibid.
[72]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 291.

4. Die Doppelcontour des Nervenzellen-Parenchyms betreffend.

Es bleibt mir übrig, noch über die Doppelcontour des Zellenparenchyms einige Worte hinzuzufügen. Dieselbe ist schon vor mir von Hannover beobachtet worden, obwohl nur in einzelnen Fällen und in anderer Form als von mir.' Hannover bildet (l. c. Tab. VII. Fig. 85, a. Fig. 86, 87, a., Fig. 89.) Zellen ab, deren Parenchym von einer evidenten Doppelcontour äusserlich begränzt wird. Hannover's Abbildungen zeigen die beiden concentrischen Contouren als geschlossene ununterbrochene Kreise oder kreisähnliche Linien. Ich fand die Contouren niemals ununterbrochen, und nur die Anwendung der mittelstarken Vergrösserungen lässt die gedachten Umrisse als nicht unterbrochene Kreislinien erscheinen. Hätte Hannover eine 700—800-fache Vergrösserung angewandt, so würde er die Ausläufer dieser Doppelcontouren nach innen wie nach aussen gesehen haben.

Es ist mir nicht bekannt, dass andere Forscher die Doppelcontour gesehen oder abgebildet hätten. Selbst nicht einmal Bidder, welcher, wäre seine Ansicht eine richtige, vor allen die Doppelcontour gesehen haben müsste. Bidder [73]) leitete nämlich die dunkle Contour der Nervenzelle von einer zwischen Nervenzellenscheide und Nervenzelle tretenden Schicht des flüssigen Inhalts der mit der Zelle verbundenen Primitivfaser ab. Wäre dies wirklich der Fall, so würde die Doppelcontour an der Nervenzelle aus demselben Grunde sichtbar sein müssen, wie an der Nervenprimitivfaser. Bidder aber bringt keine entscheidenden Beweise für seine Ansicht, sondern schliesst jenes nur aus dem Umstande, dass die dunklen Contouren der Nervenfasern von deren Fettgehalt abhängen, und aus seiner ihm eigenthümlichen Anschauung von der Einlagerung der Zelle in eine Erweiterung der Nervenröhre. Die Contouren der Nervenzellen findet man in der That auch verschieden genug von den Contouren der dunkelrandigen Nervenfasern. Ob Bidder auch in neuester Zeit dieser seiner Ansicht anhängt oder nicht, geht aus keiner seiner seither gemachten Mittheilungen bestimmt hervor. Nur von den Nervenzellen des Rückenmarks gilt das Gegentheil. Die Contour der Nervenzellen im Rückenmark nennen nämlich Bidder und Kupffer 1857 (l. c. p. 56) „eine äusserst blasse Gränzlinie", die, weil die Nervenzellen nach Bidder und Kupffer im Rückenmark (nackt) einer eignen Hülle entbehren, also dem Nervenzellen-Parenchym unmittelbar angehört. Bei starker Vergrösserung findet sich aber das von Bidder und Kupffer Bezeichnete in anderer Weise; man sieht deutlich die Doppelcontour [74]).

5. Das Pigment des Nervenzellen-Parenchyms betreffend.

Sowohl in peripherischen wie in centralen Nervenzellen findet man Pigment. Bereits 1836 hatte Valentin das Pigment der peripherischen Ganglienzellen genauer beachtet. Die dunklere Färbung, die man häufig an den Ganglienkugeln wahrnimmt, entsteht nach Valentin [75]) durch „eigenthümliche Pigment-Deposita ... bald in Form einzelner sehr kleiner Pigment-Körperchen auf der Oberfläche der Kugeln mehr zerstreut (in dem Nervus sympathicus des Menschen), bald einen halbmondförmigen Fleck bildend (Ganglion Gasseri des Menschen), welche Form durch Maceration in die erste übergeht — bald eine kreisförmige Figur bildend und einen dem inneren Nucleus entsprechenden äusseren Kern [76]) erzeugend, bald mehrere auf der Oberfläche der

[73]) Bidder, 18[illegible] l. c. p. 24.

[74]) Die Abbildungen, welche Gerber (Allg. Anat. l. c.) von den Nervenzellen giebt, sind zu schematisch, zu wenig naturgetreu, als dass ich dieselben hier berücksichtigen könnte. Er zeichnet das Parenchym wie aus lauter Reihen concentrischer kleiner Kügelchen oder Kreise bestehend. Auch die von Mulder (physiologische Chemie, 1844—1851. l. c. Tab. XX. Fig. 153—157) gegebenen Abbildungen von Ganglienzellen sind durchaus nicht naturgetreu, nur ganz schematisch gehalten. Das Parenchym der Zelle ist von ihm eben so wie von Gerber und Beck gezeichnet.

[75]) Valentin, in: Nov. Acta A. N. C. 1836. XVIII. p. 140.

[76]) Hier fand wohl eine Täuschung Valentin's Statt. Der Nucleus war hier in Körnchen zerfallen (Tab. VI. Fig. 42) und gab das täuschende Bild.

Kugel mehr oder weniger kreisförmig gestellte, isolirte, circuläre Flecken erzeugend, u. dgl. mehr."

Valentin sah zuweilen „Pigmentnester", gleichwie „einzelne, isolirte, nach bestimmten Gesetzen geordnet, in den durch das Compressorium zu einer gleichförmig feinkörnigen Parenchymmasse zusammengequetschten Kugeln." Er hält dies aber für Artefact, weil bei der Isolirung der einzelnen Kugeln die vorher angegebenen Verhältnisse sich herausstellen (p. 140). Valentin giebt [77]) eine Abbildung zweier isolirter Ganglienkugeln aus dem Ganglion cervicale Sympathici eines Menschen, an welchem er die „auf der Oberfläche der bestimmten Scheide befindlichen Pigmentkörperchen" zeichnet. Valentin sah (was aber auf der Abbildung nicht zu sehen ist) „das Parenchym der Kugeln und den helleren Keimbläschen-artigen Kern."

Es fragt sich hier, ob, was Valentin als Pigmentkörperchen bezeichnet, wirklich solche sind und ob sie auf der Oberfläche der Scheide und nicht im Parenchym sitzen. Valentin giebt wenigstens Tab. VII. Fig. 45* die Abbildung einer Ganglienkugel aus einem Bauchganglion des Nervus sympathicus der Perca fluviatilis, in welcher die angeblichen Parenchym-Körperchen, *b*, sich durch nichts von den oben bezeichneten Pigmentkörperchen unterscheiden; nur dass sie weniger dicht stehen, und einzeln nur sichtbar.

Valentin bildet [78]) einen Theil des Verbindungsstrangs zwischen dem 3. und 4. Ganglion thoracicum der Ratte ab; in den Kugeln: „die auf der Oberfläche in der Mitte einer jeden Kugel befindlichen Pigmentflecke". Es scheint mir evident, dass Valentin hier den Kern, welcher in Form feiner runder Körperchen erscheint, für Pigment gehalten hat. Sämmtliche Kugeln der Abbildung verhalten sich gleich. Eben so Tab. VII. Fig. 49, wo Valentin eine Kugel aus dem Ganglion Gasseri abbildet. *a* Hülle, *b* Parenchym, *c* Nucleus, *d* Nucleolus, *e* halbmondförmiger Pigmentfleck auf der Oberfläche der Scheide. Die Körnchen dieses angeblichen Pigmentflecks unterscheiden sich nicht von denen des Parenchyms der Fig. 45*, und die einzelnen sind dem Nucleolus gleich. Es fragt sich: hielt nicht Valentin einen dunkleren Theil des Parenchyms der Kugel für Pigment auf der Oberfläche der Scheide? Täuschte sich Valentin nicht in Bezug auf den Sitz dieser dunklen körnigen Masse? Tab. VII. Fig. 53 bildet Valentin „die vollständige Scheide einer Kugel aus dem frischen Nervus sympathicus des Menschen ab, mit den auf ihrer Oberfläche befindlichen Pigmentflecken. *a* die zellgewebige Scheide, *b* das hindurchscheinende Parenchym, *c* die Pigmentkörperchen, *d* die Pigmentbläschen. Fig. 53* ein einzelner Pigmentfleck, besonders gezeichnet; *c* die Pigmentkörperchen, *d* das Pigmentbläschen."

Bei dieser Abbildung steht in Frage: 1) ob es in Nervenzellen wirklich Pigmentbläschen giebt, die doch nur als Parenchymstellen mit weniger compact gehäuften Pigmentkörperchen bezeichnet werden können; 2) ob diese angeblichen Pigmentkörperchen auf der Oberfläche der Scheide lagen, da doch Valentin das Parenchym der Ganglienkugel gleichzeitig durchschimmern sah; ob also diese angeblichen Pigmentkörner nicht ein Theil des Parenchyms selbst sind. 3) Valentin sah nicht den Nucleolus, der doch auch, seiner Ansicht nach, ganz an der Oberfläche des Parenchyms liegt. Er konnte freilich auf der andern Seite der Ganglienkugel befindlich sein. 4) Valentin betrachtete damals endlich die feinkörnige Masse im Gehirn und Rückenmark ebenfalls als Pigment, das nur durch die Präparation von den einzelnen Kugeln entfernt wird, z. B. Fig. 55. 56. Tab. VIII.

Diese Mittheilungen Valentin's deuten allerdings noch auf viele Lücken hin, welche in Betreff des Pigments in den Nervenzellen auszufüllen wären; indessen haben alle Nachfolger Valentin's bis jetzt nicht tiefer in dieses dunkle Gebiet einzudringen vermocht.

[77]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. p. 231. Tab. VI. Fig. 37*.

[78]) Valentin, ibid. p. 232. Tab. VI. Fig. 42.

Wohl aber wurde die Existenz des Pigments in den verschiedensten peripherischen wie centralen Nervenzellen von fast allen Forschern auf diesem Felde beobachtet. Ich beabsichtige nicht eine vollständige historische Zusammenstellung der betreffenden Beobachtungen; nur wenige der hauptsächlichsten will ich anführen.

So beobachteten die Pigmentmassen in peripherischen wie centralen Nervenzellen Todd und Bowman [79]). Die dunklen Körnerhaufen in den Ganglienkugeln nennen Todd und Bowman „Pigment-granules.“ Oft sind zwei Gruppen derselben in einer Kugel; sie sind röthlich oder gelblich; sie umgeben den Nucleolus, oder sind mehr oder weniger von ihm entfernt (Todd und Bowman, ibid.).

Pigment in den Nervenzellen des Nervus Acusticus (in der Intumescentia ganglioformis Scarpae, an der Durchgangsstelle durch den Meatus auditorius internus) fand Corti: „entre la gaine et le noyau est renfermée une tache ovale de pigment, qui se trouve... généralement tout près de l'origine d'un appendice des mêmes cellules (Fortsatz). Cette tache de pigment a un diamètre un peu plus considérable que le noyau des cellules; elle est composée d'une agglomération des grains de pigment brun d'un diamètre de 0,0005''' environ“ [80]).

Kölliker fand 1850 die grossen vielstrahligen Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks „immer mehr oder weniger, oft ganz und gar mit braungelben oder braunen Körnern von 0,0004''' — 0,0008''' erfüllt“ [81]). In der 1. Aufl. der „Gewebelehre“ nennt Kölliker, p. 277, 278, diese Zellen blos „häufig braun pigmentirt“; ebenso in der 2. Aufl. 1854, p. 294.

Dass die Pigmentkörnchen „seltner die Zellen ganz erfüllen, sondern meist in der Nähe des einfachen, grossen, bläschenartigen Kernes mit grösserem Nucleolus einseitig särker angehäuft sind“, sagt Kölliker an andrer Stelle (Mikr. Anat. p. 416).

Dass das Pigment in vielen Zellen, nicht in allen Nervenzellen vorhanden ist, z. B. im Ganglion Gasseri des Kalbes und Ochsen nicht, in andern wieder constant beobachtet wird, z. B. im Hypoglossus-Kern des Ochsen stets erscheint, ist ein eigenthümlicher Umstand, welcher der Aufklärung bedarf. Dieses eigenthümliche Verhältniss ist auch andern Beobachtern bereits aufgefallen. Pigmentlose Zellen fand nämlich auch Corti [82]) im Nervus ampullaris inferior der Säugethiere, während er an anderen Stellen des N. Acusticus (intumescentia ganglioformis Scarpae) stets Pigment darin vorfand.

C. Den Nucleus der Nervenzelle betreffend.

Indem ich die Anzahl [83]), Grösse, Lage [84]) und die Form [85]) der Nuclei hier keiner genaueren Besprechung unterziehe, da über diese Punkte kaum erhebliche Differenzen unter den Forschern bestehen, wende ich mich zur Erörterung einiger anderer Punkte, welche den Nucleus betreffen, über die

[79]) Todd and Bowman, Physiological Anatomy of man, I. p. 213.

[80]) Corti, sur l'organe de l'ouïe des mammifères; in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zoologie, 1851. III. Bd. p. 136. [81]) Kölliker, Mikroskop. Anat., 1850. p. 415. 416.

[82]) Corti, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zoologie, 1851. III. 137.

[83]) Die Zahl der Nuclei in einer Zelle wechselt vorzugsweise bei Fischen, wie auch Hannover (Recherches, p. 32) u. A. angeben. Ich fand bei Petromyzon häufig in den grossen Zellen doppelte Nuclei. Zwei Kerne in einer Zelle sah Kölliker häufig in den (peripherischen) Nervenzellen junger Thiere, woraus er auf eine selbstständige Vermehrung der Nervenzellen schliesst. Mikr. Anat., 1850. p. 535; Gewebelehre, 1. Aufl. p. 331; Gewebelehre, 2. Aufl. 353. Zwei Kerne in einer Nervenzelle fand Corti im Nervus ampullaris inferior der Säugethiere (Corti, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zool., 1851. III. 137). Zwei Kerne in einer Nervenzelle fanden auch Bidder und Kupffer 1857 (l. c. p. 31) zuweilen, „für welches Vorkommen ein Gesetz sich nicht bemerklich gemacht hat.“

[84]) Die excentrische Lage des Kerns ist wohl die Regel, und wird von den meisten Forschern angenommen; andere z. B. Bidder, welcher behauptet, dass der Kern gewöhnlich in der Zelle central liege (1847. l. c. p. 16), widersprechen dieser Anschauung ohne genügende Gründe.

[85]) Valentin bildet (Nov. Acta A. N. C. 1836. XVIII.) den Nucleus der Ganglienkugeln meistens oval ab (Fig. 49. Fig. 51. 52. 54); seltener kreisrund oder der Kreisform sehr nahe stehend (Fig. 52, rechts, Fig. 51, links, Fig. 45*),

nichts weniger als Uebereinstimmung bei den heutigen Anatomen herrschen dürfte. Zu diesen bezeichneten Streitfragen gehören: 1. die Contour des Nucleus; 2. die centrifugalen und centripetalen Fortsätze der Nucleus-Contour; 3. der Aggregatzustand des Nucleus, resp. die Beschaffenheit des materiellen Substrats des Nucleus.

1. Die Contour des Nucleus betreffend.

Was zuerst die Contour des Nucleus betrifft, welche ich stets als eine an vielen Stellen unterbrochene Doppelcontour ansehe, von welcher Fortsätze nach innen, gegen den Nucleolus hin, oder in das Parenchym des Nucleus eintreten, wie auch nach aussen in das Zellenparenchym sich begeben, so finden wir bei den meisten Forschern nur eine einfache, mehr oder weniger kreisrunde, nicht unterbrochene Linie als Contour des Nucleus angegeben. Es ist dieser Umstand wiederum aus der angewandten zu schwachen Vergrösserung zu erklären, bei welcher die Doppelcontour nicht erscheint oder übersehen wird. Indess ist diese Doppelcontour doch schon von Valentin [86]) gesehen und abgebildet worden, obwohl er nichts Genaueres hierüber bemerkt. Valentin sagt nur (p. 697): „Um den Kern erscheint bisweilen ein mehr oder minder vollständiger heller Ring, selten sogar eine eigne umgebende länglich-runde bis spindelförmige Linie.“ Am häufigsten ist die Doppelcontour aber von Hannover (1844, l. c.) gesehen und abgebildet worden, z. B. Taf. II. Fig. 37, in der grössten Zelle rechts; Fig. 39, in der untersten Zelle, links; Fig. 75; Fig. 78, unterste Zelle links u. s. w. Die Doppelcontour des Nucleus leitet Hannover [87]) von dessen Grösse ab: „par raison de sa grandeur le noyau apparaît souvent pourvu d'un double contour.“ Dieser Grund ist aber ungenügend, denn man sieht bei schwachen Vergrösserungen nicht an allen grossen Nucleis die Doppelcontour. Hannover bildet die Doppelcontour zwar als zwei geschlossene concentrische Kreise ab, und dieser Umstand bedingt einen Widerspruch mit meiner oben aufgestellten Behauptung. Indessen glaube ich auch hier wieder hervorheben zu müssen, dass Hannover bei einer relativ zu geringen Vergrösserung arbeitete, um die Discontinuität der Umrisse, wie die aus der Doppelcontour abgehenden Fortsätze zu gewahren. Ausserdem berufe ich mich auf die Erfahrung, welche ein jeder Forscher in diesem Gebiete nur zu oft an sich gemacht haben dürfte, dass er nämlich kleine Lücken in einer anscheinend kreisrunden Contour übersieht, und bei der Zeichnung ergänzt oder nicht angiebt, oder, wenn er sie gewahrt, solche für unwesentlich, für zufällig hält und — als eine Irregularität — sie in der Zeichnung nicht wiedergiebt. Auf diese Weise mag es wohl gekommen sein, dass wir in den Abbildungen der meisten Forscher die Contour des Zellenkerns als eine kreisrunde, oder ovale, ununterbrochene, scharfe Linie gewahren. Diesen, im Ganzen zu rohen, oder nur als Skizzen zu betrachtenden, Zeichnungen gegenüber muss ich rühmend erwähnen mancher Darstellungen, z. B. von Remak [88]), von R. Wagner [89]),

insbesondere aber bei'm Blutegel kreisrund (hier, in Fig. 71, ist nur der Nucleus (a) und Nucleolus (b) abgebildet). R. Wagner bildet (neurol. Unters. 1854) den Kern der multipolaren Ganglienzellen als eine rundliche, mehr ovale Scheibe ab, die auffallend durchsichtig ist und durch ihren scharfen Rand von der granulösen Masse des Ganglienkörpers scharf absticht; Tab. I. Fig. 1. Tab. II. Fig. 1. Die scharfe Peripherie des Kerns ist auch in den übrigen betreffenden Fig. 2, 4, der 1. Tafel, so wie in Fig. 3, 4, 5 u. 6 der 2. Tafel angegeben. Der Nucleus der grossen Nervenzellen im Frosch-Rückenmark wird von Kupffer, 1854, l. c. p. 19, beschrieben: „nucleum magnum subtilius punctatum, limitibus satis expressis circumscriptum.“ Den Nervenzellen-Kern nennen Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 30) „kreisrund, von scharfer Gränzlinie umschlossen, hell und durchsichtig, mit einem oder zwei Kernkörperchen.“

[86]) Valentin, in: R. Wagner's Handwörterbuch, 1842. l. c. Fig. 38 und 45, a.

[87]) Hannover, recherches, 1844, p. 24. 25.

[88]) Remak, observ. anatom. [89]) R. Wagner, Icones phys. Tab. XIV. Fig. I., II., III., IV., V., IX., X. u. s. w. Desgl. in seinen „Neurol. Untersuch.“ 1854. Tab. II. Fig. 1. In andern Bildern zeichnet derselbe freilich auch noch eine scharfe Kreislinie oder ein Oval als Kern-Contour, wie die meisten andern Forscher, z. B. Henle, welcher die Contour des Nucleus der Nervenzellen als einen Kreis (Allg. Anat. 653) beschreibt. Ebenso Kölliker u. A.

in welchen man die Contour des Zellenkerns fast verwaschen, oder durch eine unterbrochene Reihe von Punkten dargestellt findet, wie dieses bei 300 bis 400-facher Vergrösserung in der That sich beobachten lässt.

Gegen die Identificirung der von Hannover und Valentin abgebildeten Doppelcontour mit der von mir so bezeichneten Umgränzung des Nucleus könnte man mit Recht einwenden, dass das, was jenen Forschern bei schwacher Vergrösserung als Doppelcontour erschien, viel breiter war, als die von mir bezeichnete, also nicht aus Elementarröhrchen bestehen konnte. Ich räume dies zum Theil ein, wenn man voraussetzen darf, dass die Zeichnungen der Autoren photographisch genau waren. Ich habe oft selbst, auch bei schwachen Vergrösserungen, solche anscheinende Doppelcontouren gesehen, welche sich bei Anwendung noch stärkerer Vergrösserungen als eine dreifache oder mehrfache Reihe von fast concentrisch laufenden Fragmenten von Elementarröhrchen an dem Rande des Nucleus-Parenchyms zeigten, also das Interferenz-Phänomen einer drei- oder mehrfachen Doppelcontour (unterbrochenen) bildeten. Ich habe dieses Verhältniss besonders häufig an den frischen Nervenzellen des lobus electricus cerebri bei Torpedo gesehen. Diese mehrfachen Contouren können füglich nicht anders gedeutet werden, als dass man hier eine grössere Anzahl von, in gleicher Ebene einander parallel und concentrisch verlaufenden, deutlich sichtbaren Elementarröhrchen des Nucleus statuirt. Es mögen die gegebenen Mittheilungen genügen, vorläufig auf diese Verhältnisse hingedeutet zu haben.

Das Unterbrochensein der Contour des Nucleus ist übrigens zuerst von Valentin abgebildet worden [90]); in einer Ganglienkugel mit schwanzförmigem Anhang sehen wir hier einen ovalen Nucleus, dessen Contour nach dem Fortsatz der Zelle hin eine auffallende Unterbrechung zeigt, oder in zwei fast parallel laufenden Linien endet; der Kernumriss bildet gleichsam nur eine Anse oder offene Schlinge. Das Unterbrochensein der Contour des Nucleus ist ausserdem von Harless und Axmann beobachtet worden. Harless bildet [91]) Kerne von Nervenzellen (von Torpedo) ab, deren Contouren nicht geschlossen sind, von welchen vielmehr schwanzförmige Verlängerungen gegen die Peripherie der Zelle ausgehen. Indem ich vorerst von der Behauptung, die Harless über den weiteren Verlauf dieser Fortsätze des Nucleus [92]) aufstellt, absehe, weil ich weiter unten davon reden werde, glaube ich jedenfalls die eine Thatsache als eine richtig beobachtete bezeichnen zu dürfen, die Thatsache nämlich, dass die Contour des Kerns nicht eine geschlossene Kreislinie bildet. Selbst wenn R. Wagner's oben mitgetheilte Gründe gegen die Richtigkeit der Harless'schen Beobachtungen angenommen würden, so könnte die Ueberlagerung oder Unterlagerung eines Nervenfaser-Fragments doch nicht die Continuität der Nucleus-Contour verdeckt oder unsichtbar gemacht haben. In die gleiche Categorie scheinen mir Axmann's Abbildungen und Angaben (p. 31—33, Fig. 6, c; Fig. 7; Fig. 8, 9 und 10) zu gehören, und die gleichfalls oben ausführlich besprochenen, von Lieberkühn mitgetheilten, Thatsachen.

2. Die Fortsätze der Nucleus-Contour betreffend.

In Bezug auf die von der Peripherie des Nucleus ausgehenden Fortsätze sind nur wenige Thatsachen aus den Arbeiten meiner Vorgänger anzuführen, welche mit meinen Angaben in Einklang stehen. Was zuerst die in centrifugaler Richtung vom Nucleus ausgehenden Fortsätze betrifft, so muss Valentin's oben bereits erwähnte Beobachtung citirt werden, in welcher die Umrisse des Kerns gleich einer offenen Schlinge erschienen. Ich glaube, dass hier die, gleichsam schwanzförmig endende, rechte Seite des Nucleus als der Anfang eines Fortsatzes des Kerns angesehen werden muss, eines Fortsatzes, den Valentin theils wegen zu schwacher Vergrösserung, theils wegen zu grosser Durchsichtigkeit des Objects nicht genauer beobachten konnte.

90) Valentin, in: Nova Acta, l. c. Fig. 54, p. 234. 91) Harless, l. c. Fig. 3, 6, 7 u. 8. 92) Harless, l. c. p. 290.

Hiernach kommt auch die von Remak gemachte Beobachtung zweier feiner, vom Rande des Nucleus ausgehender und in verschiedener Richtung gegen die Zellenperipherie hin sich erstreckender, Fortsätze des Nucleus in Form zweier feiner dunkler Linien, wie er solches in seiner Dissertation[93]) abgebildet hat. Remak spricht zwar über diese Erscheinung nicht genauer; er nennt diese Zelle blos „globulus nuclei forma insignis", und lässt sich nicht weiter auf die Deutung dieser beiden dunkleren Linien ein. Das thut aber nichts zur Sache. Ich muss nach meinen Untersuchungen diese Zelle als eine solche betrachten, in welcher zwei vom Nucleus ausgehende Fortsätze eine gute Strecke weit in das Zellenparenchym eindringen. Es ist noch ein anderes Fragment eines, an Farbe und Breite den eben genannten Fortsätzen ähnlichen, Faser- oder Röhren-artigen Gebildes nahe der Peripherie in dem Parenchym der nämlichen Zelle von Remak gezeichnet worden. Ich glaube, dass auch diese Stelle als ein Fragment einer Röhre im Zellenparenchym zu deuten ist; jedoch will ich hierbei nicht länger verweilen.

Dass Hannover niemals einen vom Nucleus in das Zellenparenchym eindringenden Fortsatz gewahrte, ist um so mehr zu verwundern, als er doch eine Verbindung zwischen Kern und Zellenhülle annimmt. Er sagt l. c. p. 8: „le noyau cellulaire, adhérant à la face interne de la membrane cellulaire, est bordé d'un cercle obscur bien marqué" . . . u. s. w. Da er zwischen Zellenkern und Zellenhülle eine Flüssigkeit annimmt, so muss selbstverständlich ein Fortsatz (oder mehrere) vom Kern durch das Fluidum hindurch bis zur Zellenhülle gehen, um den Kern mehr oder minder locker zu befestigen, oder das zu bewirken, was Hannover „adhérant" nennt. Auch hier, glaube ich, ist wiederum die relativ zu geringe Vergrösserung, welche Hannover anwandte, Schuld daran, dass er die Fortsätze des Nucleus nicht gewahrte.

Es bleibt nur noch übrig, die bereits oben erwähnten Beobachtungen von Harless[94]), Lieberkühn[95]), und von Axmann[96]) anzuführen, welche die vom Nucleus ausgehenden Fortsätze durch das ganze Zellenparenchym hindurch bis in eine Nervenprimitivfaser übergehend in ungetrennter Continuität beobachtet zu haben angeben. Obwohl ich diese Angaben durch eigne Beobachtungen zu bestätigen ausser Stande bin, indem ich dergleichen mit Evidenz niemals gesehen habe, so habe ich doch Fortsätze vom Nucleus aus durch grössere oder kleinere Strecken des Zellenparenchyms verlaufen sehen; — und da ich also Fragmente der Beobachtungen von Harless, Lieberkühn und Axmann zu bestätigen im Stande bin, so glaube ich auch annehmen zu dürfen, dass jene Beobachter in der That solche Fortsätze vom Nucleus aus in das Zellenparenchym einstrahlend vor Augen gehabt haben. Die unmittelbare Verbindung dieser Fortsätze mit den von den Nervenzellen ausgehenden Nervenprimitivfasern (resp. den Polen der Zellen) ist, wie mir scheint, von diesen Beobachtern in gleicher Weise gesehen worden, wie die unterbrochene Continuität der die Contour des Nucleus bildenden Kreislinie von anderen Beobachtern gesehen worden, d. h. die Anwendung zu geringer Vergrösserungen liess manches in ungetrennter Continuität erscheinen, was in der That nur in Contiguität stand, und der unmittelbare Schluss aus dieser Beobachtung ergänzte, was die Natur unvollkommen darzuthun schien. Obwohl ich einsehe, dass dieser Ausspruch, den Beobachtern gegenüber, einer Entschuldigung bedarf, so ist wiederum nicht zu übersehen, dass die Methode der Untersuchung als Ursache zu bezeichnen ist, weshalb verschiedene Beobachter an gleichen Theilen zu so verschiedenen Resultaten gelangen konnten. Lieberkühn stellte seine Untersuchungen nur an ganz durchsichtigen Zellen an: „cellulas clarissimas ac paene pellucidas (p. 13) ad observandum eligas; si tales non adhibes, fieri non potest, ut res modo descriptas cognoscas." Aus diesem Grunde erklärt es sich vielleicht, dass ich auf feinen Abschnitten, in denen ich doch meist

93) Remak, Observat. anat. 1838. Tab. I. Fig. 14, B.

94) Harless, l. c. p. 290. Fig. 3. 6. 7. 8. 95) Lieberkühn, l. c. p. 12. Fig. 1. 3. 4. 5.

96) Axmann, l. c. p. 31. 32. §. 10. Fig. 4. c.

mutilirte Zellen hatte, niemals den ganzen Verlauf der feinen Röhren oder Fasern („fila" von Lieberkühn genannt) von der Peripherie der Zelle bis zum Nucleolus gewahrte. Ich bin aber auch an enucleirten ganzen Zellen (mit den dicken Fortsätzen des Nucleus) nicht glücklicher gewesen [97]).

Die in centripetaler Richtung vom Nucleus-Rande (gegen den Nucleolus hin) in Form von Röhren oder Fasern ausgehenden Fortsätze sind von keinem meiner Vorgänger beobachtet worden, ausser von Harless (bei Torpedo) und von Lieberkühn (bei Fröschen). Harless zeichnet [98]) Nervenzellen, in welchen vom Rande des Nucleus ein Faser- oder Röhren-artiges Gebilde (zwei, in Fig. 4, 9) bis zum Nucleolus in gerader Linie und ungetrennter Continuität, beiderseits durch eine scharfe Contour in Form einer geraden Linie begränzt, sich erstreckt. Es ist bereits oben erwähnt worden, dass Harless diese Theile als die unmittelbare Fortsetzung der in eine Nervenzelle eindringenden Nervenprimitivfaser betrachtet, und diesen Zusammenhang selbst bildlich dargestellt hat. Ich habe auch oben schon erwähnt, dass meine Beobachtungen im Allgemeinen durchaus nicht hiermit übereinstimmen; dass ich aber Fragmente der von Harless gemachten Beobachtungen an Torpedo zu bestätigen im Stande bin. Indem ich auf das oben Gesagte hinweise, glaube ich daher, dass die von Harless mitgetheilten Abbildungen als Skizzen anzusehen sind, welche einen oder mehrere Ausläufer vom Rande des Nucleus gegen den Nucleolus hin andeuten, und dass in so weit die von Harless gemachten Beobachtungen ihren Werth behaupten und ihre Deutung verlangen. Die Beobachtungen Lieberkühn's beziehen sich auf den Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Nucleolus. Lieberkühn sagt p. 12: „In aliis cellulis fibram in nucleum finientem vidi et filum, fibra inclusum, pergens ad nucleolum. Foco microscopii sursum et deorsum moto facile discerni potest, num filum illud vere in nucleolum intret neque solum intrare videatur. Filum inclusum et longe extra cellulam pergens vidimus. Non fit, ut in unoquoque ganglio, quod enarravimus, inveniamus; saepe multa individua perscrutatus ne semel quidem reperi, aliquoties confestim." Lieberkühn sah (p. 12, 13) folgende Formen: 1) Ein einfacher Fortsatz tritt in den Nucleolus. 2) Derselbe durchsetzt den Nucleolus, „qui apparet quasi filum quod in medio intumuit." 3) Es sind zwei Nucleoli in der Zelle, und durch beide gehen die Fasern; „per quos ambos (nucleol.) fila penetrant." 4) Von einer Seite der Zelle tritt ein Faden in den Nucleolus, von der entgegengesetzten eine anscheinend ganze Nervenprimitivfaser in den Nucleus. 5) Von einer Seite der Zelle tritt ein Faden in den Nucleolus, von der anderen Seite eine Primitivfaser in die Zelle, und der in die Faser eingeschlossene Faden erstreckt sich bis zu dem Nucleolus. Lieberkühn bildet diese Formen auch ab (Fig. 1, 2, 3, 4, 9). Es ist mir aber niemals gelungen, den Zusammenhang der feinen Fortsätze des Nucleolus mit Nervenfasern zu sehen in der Weise, wie Lieberkühn es beschreibt und abbildet; aber ich sah Theile, Fragmente der vom Nucleolus ausgehenden Fortsätze innerhalb des Nucleus-Parenchyms, in ähnlicher Weise, wie Lieberkühn es angiebt. Ich muss daher ein Gleiches von Lieberkühn's Beobachtungen sagen, wie von denen durch Harless mitgetheilten.

3. Den Aggregatzustand des Nucleus-Parenchyms betreffend.

Was die eigentliche materielle Beschaffenheit des Parenchyms des Nucleus betrifft, so herrschen hierüber wohl keine oder kaum verschiedene Meinungen unter den Forschern. Valentin

[97]) In den von Mulder (l. c. Fig. 194. 196) gegebenen, obwohl mehr schematischen Abbildungen von Nervenzellen finden sich zwei Zellen mit angeblich über- oder unterliegenden Fasern, in denen aber ein Umstand höchst auffallend ist, dass nämlich (in Fig. 194, oberste Zelle links und in Fig. 196) die Nervenfaser am Rande des Nucleus unmittelbar scharf abgeschnitten aufhört, dem Nucleus-Rande aber unmittelbar und scharf anliegend. Sollte das zufällig sein? Ist die Zeichnung richtig, so sah Mulder hier vielleicht ein Eindringen einer Nervenfaser in eine Zelle bis zum Nucleus-Rande, ähnlich wie Lieberkühn, Axmann, Harless. Indessen sind die Mulder'schen Abbildungen zu wenig treu, um ein grosses Gewicht auf sie zu legen. [98]) Harless, l. c. Fig. 1. 3. 4. 5. 8. 9.

hält dasselbe für eine Flüssigkeit. Er sagt [99]): „Mehr oder weniger in der Mitte des Parenchyms einer solchen Kugel sieht man einen runden, hellen Kern, der sich in der Tiefe der Parenchym-Masse eingesenkt befindet, ... durchsichtig ist, und aus einer umschliessenden Membran und einer eingeschlossenen hellen Flüssigkeit besteht." Henle äussert sich zwar nicht genauer über das Parenchym des Nucleus; doch hält er es für flüssig, indem er den Nucleus als ein „wasserhelles Bläschen" betrachtet [100]). Eben so sagt Hannover [1]) vom Parenchym des Zellenkerns: „le noyau n'est même qu'une vésicule remplie d'un fluide," obgleich er (p. 8) bemerkt: „sa substance est d'un granuleux moins fin que celle de la membrane cellulaire." Nicht minder betrachtete Kölliker den Zellenkern als ein Bläschen mit flüssigem Inhalte. Er sagt [2]): „Mitten in diesem Inhalte (der Zelle) liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes, kugelrundes, Bläschen, mit deutlicher Wand, ganz hellem, flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen."

Dieser Ansicht stimmen wohl die meisten, wenn nicht alle andern Forscher bei, ohne es gerade bestimmt auszusprechen. Nur Lieberkühn macht eine Ausnahme. Er sagt nämlich [3]) vom Parenchym des Nucleus, dass es dem Zellenparenchym gleich zu sein scheine: „Materies, qua nucleus constat, modo granosa modo homogena est, materiam cellulae aequare videtur."

Auch Harless würde, wollte er die Consequenz seiner Behauptungen nicht aufgeben, jener Meinung nicht ganz beipflichten können, weil er im Zellenkern-Parenchym faserige Gebilde annimmt, die doch, die ganze Dicke des Nucleus durchsetzend, sich bis zum Nucleolus erstrecken.

Fragt man nach dem Beweise jener Ansicht von dem flüssigen Zustande des Zellenkern-Parenchyms, so wird man wiederum die Durchsichtigkeit dieses Gebildes als den Hauptgrund, wenn nicht als den einzigen Grund, für diese Behauptung aufgestellt finden. Ich habe aber bereits oben genügende Gründe angeführt für den Satz, dass die Durchsichtigkeit eines Gebildes noch keinen Beweis für dessen Aggregatzustand abgiebt. Ueberdies hat man übersehen, dass in sehr vielen Zellen der Inhalt des Kerns nicht durchsichtig ist, sondern dunkler als das Zellenparenchym, und man braucht nur einen flüchtigen Blick auf die Abbildungen der verschiedenen Beobachter zu werfen, um hiervon Beweise zu finden. So z. B. findet man bei Hannover [4]) Tab. I. Fig. 6, d, Fig. 14, b, Fig. 45, Fig. 76, r, Fig. 84, Fig. 87, Zellen, in welchen der Kern dunkler ist, als das Zellenparenchym. Dass der Nucleus ein Bläschen sei, schliesst ausserdem Hannover [5]) aus der bei einer gewissen Focaldistanz sichtbaren Doppelcontur, und weil der Inhalt sich zusammenzieht und einen leeren Raum zwischen sich und der Nucleus-Membran bildet. Hannover giebt davon (Fig. 85, a) eine Abbildung, beweist aber hierdurch nur, dass das Parenchym des Nucleus eine festere Substanz und nicht eine Flüssigkeit ist, obwohl er das dunkle Parenchym nur als geronnenes Fluidum ansieht. Begreiflicher Weise kann sich der Theil, welchen Hannover als Membran des Nucleus ansieht, nicht eng um den sich zusammenziehenden Inhalt (Nucleus-Parenchym) anschliessen, weil dessen Verbindungen mit dem Zellenparenchym ihn daran hindern; gerade so, wie man im gehärteten Rückenmarke oft genug den leeren Raum zwischen Zellenhülle und Zellenparenchym sieht, weil die Zellenhülle von ihrer Umgebung sich nicht so leicht lostrennt, als von dem Zellenparenchym. Ich kann daher nicht anders, als die Annahme meiner Vorgänger, dass der Inhalt des Nucleus aus einer Flüssigkeit bestehe, als unbewiesen zu bezeichnen, und muss nach meinen Beobachtungen vielmehr behaupten, dass das Nucleus-Parenchym ein aus feinen Röhrchen mit flüssigem Inhalte zusammengesetztes sei, welches zu erkennen meine Vorgänger aus verschiedenen

[99]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. p. 139. [100]) Henle, Allg. Anat. p. 653.
[1]) Hannover, l. c. p. 8. 9. u. a. O.
[2]) Kölliker, Gewebelehre. 2. Aufl. p. 290. 1. Aufl. p. 272. Mikr. Anat. 1850. p. 407.
[3]) Lieberkühn, de structura gangliorum penitiori. Berlin 1849. 4. p. 5. 6.
[4]) Hannover, recherches microscopiques etc. 1844. [5]) Hannover, recherches, p. 69 u. a. a. O.

Ursachen verhindert waren: 1) weil sie eine relativ zu geringe Vergrösserung anwandten, und 2) weil sie nur oder hauptsächlich nur nach frischen Zellen urtheilten, an denen das Gewebe des Nucleus viel weniger leicht zu erkennen ist, als an Chromsäure-Präparaten; endlich 3) weil sie nur ganze Zellen, die mehr oder weniger durch Zerzupfen des Präparats isolirt waren, untersuchten, nicht aber solche, die in feinen Abschnitten enthalten und, in den verschiedensten Richtungen von dem Schnitte getroffen, auch die verschiedensten Fragmente ihrer einzelnen Theile, insbesondere des Nucleus, darbieten, an welchem, bei Anwendung höchster Vergrösserung, die feinste Structur besser zu eruiren ist, als das an einer ganzen Zelle geschehen kann. Dass fast alle früheren Beobachter mehrfache Nucleoli in einem Nucleus statuiren (so z. B. Hannover, l. c. Tab. VI. Fig. 75, 84, u. v. A.), könnte von mir als ein Beweis angesehen werden, dass auch bereits meine Vorgänger in solchen Fällen einzelne festere Theile ausser dem Nucleolus im Nucleus-Parenchym gesehen haben; dass sich also hierdurch deren Ansicht von dem flüssigen Inhalte des Nucleus widerlege. Nicht minder könnte sich schon a priori jene Ansicht als unstatthaft bezeichnen lassen, weil man doch in jedem Falle irgend eine Verbindung des Nucleolus mit dem Nucleus annehmen muss, und nicht glauben kann, dass der Nucleolus ganz frei in der Flüssigkeit des Nucleus herumschwimme. Eine solche Ansicht hätte eben so wenig Sinn, als die, dass der Nucleus im Zellenparenchym frei herumschwimme, oder dass eine Zelle in irgend einem Gewebe ohne Verbindung mit diesem sei, der Wissenschaft genügen kann.

D. Den Nucleolus der Nervenzelle betreffend.

Ich betrachte hier die verschiedenen Ansichten über den Nucleolus in Bezug auf dessen Anzahl, Lage, Form, Contour und deren Fortsätze, und endlich in Bezug auf das Parenchym desselben.

1. Die Anzahl der in einer Nervenzelle vorkommenden Nucleoli betreffend.

Die von Hannover gegebenen Abbildungen und Mittheilungen sind oben schon kurz berührt worden. Mehrere Nucleoli in einer einzigen Zelle fand Hannover sehr häufig [6]). Schon Valentin fand [7]) im Bauchstrang des Blutegels Nervenzellen mit mehreren Nucleolis. Er fand: „ein röthliches grösseres und bisweilen mehrere kleinere Körperchen." Mehrfache Nucleoli sah ferner Valentin 1839 [8]). In dem Artikel „Gewebe" etc. in R. Wagner's Handwörterbuch, l. c. p. 697, sagt Valentin ebenfalls, dass „der Kern meist ein einfaches, selten ein mehrfaches, durch seine Consistenz und seine Saturation mehr auffallendes, bald einfaches, bald körniges, oder auch mit einem mittleren Eindrucke versehenes Kernkörperchen enthalte." Auch bei Torpedo fand Valentin mehrfache Nucleoli in einem Nucleus [9]) und bildet dieselben (Fig. 27 u. 28) sehr naturgetreu ab. Zwei Nucleoli in einem Nucleus sah auch R. Wagner, und bildete sie ab [10]). Remak, l. c. 1838, Tab. I. Fig. 9, B, Fig. 10, Fig. 12, stellt ebenfalls Nucleoli in mehrfacher Zahl in einem einzigen Nucleus dar. Zwei Nucleoli in einem Nucleus, von deren jedem eine Faser ausging, die sich im Parenchym der Zelle zu einer dickeren Faser vereinigten, sah auch Harless [11]) und bildet solche in Fig. 9 ab. Mehrere Nucleoli in einem einzigen Nervenzellen-Kern fand Remak in den Kernen der Zellen des Filum terminale. Er fand

[6]) Hannover, recherches microscopiques, p. 20. [7]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. p. 210. 1836.

[8]) Valentin, über Scheiden der Ganglienkugeln und deren Fortsätze, in: Müller's Archiv. 1839. p. 142. Tab. VI. Fig. 1, a.

[9]) Valentin, Beiträge zur Anatomie des Zitteraals, in: Neue Denkschriften der allgem. schweiz. Gesellsch. für d. ges. Natur-Wiss. 1841. 4.

[10]) R. Wagner, Neue Untersuchungen etc. 1847. Fig. VII. Nervenzelle vom Zitterrochen, in: Icones physiolog. Tab. XIV, Fig. 8, a. [11]) Harless, l. c. p. 287, 288, 289.

daselbst bis auf drei und mehr Nucleoli[12]). Auch Kölliker, Mikr. Anat., p. 427. Zwei Nucleoli in einem Nucleus einer Nervenzelle fand Corti in den Nervenzellen des Nervus ampullaris inferior der Säugethiere[13]).

Ich führe absichtlich nicht noch eine grössere Zahl von Beobachtern an. Ich bemerke blos, dass auch meine Beobachtungen mit denen der genannten Forscher übereinstimmen, so fern es sich von den Ergebnissen einer mittelstarken (300—400-maligen) Vergrösserung handelt. Jedoch sieht man schon bei dieser relativ schwachen Vergrösserung, dass häufig die mehrfachen Nucleoli eines einzigen Kerns an Grösse verschieden sind, wie schon Valentin's gute Abbildung von Torpedo zeigt. Bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen wird man aber unzweideutig finden, dass die vermeintlichen doppelten Nucleoli nicht vollkommen einander gleich sind. Einer derselben wird immer grösser oder schärfer erscheinen, der andere oder die andern kleiner, oder blasser und weniger scharf hervortretend. Valentin's obige Bemerkung drückt dieses bereits aus. Die blasseren und kleineren, undeutlicher erscheinenden, Nucleoli, die neben dem entschieden scharf als solchen sich documentirenden Nucleolus auftreten, sind daher wahrscheinlich nicht als Nucleoli anzusehen, sondern als die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern, resp. deren Fortsätzen innerhalb der Nervenzellen zu deuten, wie ich oben auseinandergesetzt habe.

2. Die Lage des Nucleolus betreffend.

Valentin behauptete[14]), dass der Nucleolus an der Oberfläche des Nervenzellen-Parenchyms liege. Er sagt: „In der Mitte des runden hellen Kerns sieht man ein rundes Körperchen. Beide liegen nicht in einer Ebene, sondern das Kernkörperchen, scheinbar im Kern befindlich, befindet sich ganz an der Oberfläche des Ganglienkugel-Parenchyms . . . ja es bildet (fügt Valentin p. 165 noch hinzu), wie man bei der Seitenansicht wahrnimmt, eine Art von sehr kleiner Hervorragung oder hügeliger Erhebung." Valentin vergleicht die Ganglienkugel mit dem Ei. Die Hülle der Ganglienkugel = Dotterhaut; das Parenchym = Dotter; den Nucleus = Keimbläschen; den Nucleolus = Keimfleck (auch p. 196, 197). In seiner Hirn- und Nervenlehre, 1841, p. 8, sagt Valentin, dass in dem Nucleus „ein fester, oft excentrischer und an die Wand des Kerns gehefteter Kernkörper oder Nucleolus enthalten sei." Diese Angaben Valentin's mögen einstweilen als Beweis für dessen Ansicht gelten, dass der Nucleolus niemals im Centro des Nucleus liege. Ueber diesen letzteren Punkt dürfte kaum ein Zweifel bestehen; man findet den Nucleolus wohl niemals absolut im Centrum des Nucleus, häufig sehr nahe oder dicht am Rande (der Contour) des Nucleus-Parenchyms, so dass man sagen muss, er liege stets mehr oder weniger excentrisch im Nucleus. Unsere besten Forscher gaben von diesem Verhalten Abbildungen. Die excentrische Lage des Nucleolus im Kerne der Nervenzellen bildet auch schon Joh. Müller in den Nervenzellen der Medulla oblongata von Petromyzon marinus ab[15]). Bei Hannover[16]) findet man (auf Tab. VI. Fig. 75, 77, 78, 81, auf Tab. III. in Fig. 45, 46, auf Tab. II. in Fig. 35, 36, 38, 39, auf Tab. I. in Fig. 6, u. s. w.) die klarsten Beispiele davon, und Hannover bemerkt ausdrücklich, dass der Nucleolus nicht immer im Centro des Nucleus liegt[17]). Bei R. Wagner[18]) zeigt die Nervenzelle auffallend die excentrische Lage des Nucleolus; eben so in dessen Icones physio-

[12]) Remak, Observat. anat. p. 17.

[13]) Corti, in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr für wiss. Zool. 1851. III. p. 137.

[14]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. p. 139.

[15]) Joh Müller, in: Abhandl. der königl. Akad. der Wissensch. in Berlin, 1837. Berlin 1839. Gehörorgane der Cyclostomen etc. Tab. III. Fig. 1. Vergleichende Neurologie der Myxinoiden, ibid. 1838. p. 205, 206.

[16]) Hannover, recherches microscopiques etc. [17]) Hannover, recherches microscopiques, p. 32.

[18]) R. Wagner, Neue Untersuchungen etc. 1847. Fol. Fig. V, g.

logicae, Tab. XIV. Fig. VI—VIII; desgleichen sieht man bei Remak[19]), Tab. I. Fig. 9, 10, Tab. II. Fig. 16, die excentrische Lage des Nucleolus deutlich angegeben.

Die Lage des Nucleolus im Innern des Nucleus, oder im Innern seines Parenchyms, bezeichnete aber auch schon Henle[20]). Er sagt: „Bei allem Wälzen der Ganglienkugel bleibt das kleine glänzende Körperchen im Centrum des helleren Kreises, und erhalten sich beide vollkommen rund." Das Kernkörperchen (Nucleolus) der Nervenzellen wird auch von Kölliker als im Zellenkern enthalten angesehen; da Kölliker den Inhalt des Zellenkerns als flüssig bezeichnet, so müsste der Nucleolus gleichsam darin schwimmend befindlich sein. Kölliker sagt nichts darüber; aber Valentin's Ansicht, dass der Nucleolus ganz an der Oberfläche der Nervenzelle befindlich sei, stimmt hiermit um so weniger überein, als auch Kölliker den Zellenkern in der Mitte des Zellenparenchyms gelagert sein lässt. Kölliker spricht sich über den Nucleolus überhaupt nicht genau oder specieller aus; er sagt: „Mitten in diesem Inhalte (der Nervenzelle) liegt der Zellenkern, als ein Bläschen mit ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen[21])." Diese wenigen Angaben mögen genügen zum Beweise, dass der Nucleolus im Innern des Nucleus eingelagert liegt. Denn dass der Nucleolus ganz ausserhalb des Nucleus liege, wie Valentin behauptet, ist meines Wissens von keinem späteren Forscher angenommen worden. Valentin ist wahrscheinlich durch Präparate von der Art, wie Hannover, l. c. Tab. VII. Fig. 85, d, abbildet, wo eine helle Hervorragung, ähnlich einem Nucleolus, an der Zellenkern- oder an der Zellenparenchyms-Peripherie sich zeigt, zu seiner Annahme bewogen worden. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen zwingen mich zu der Annahme, dass der Nucleolus stets in dem Parenchym des Nucleus, obwohl an den verschiedensten Stellen desselben, nicht selten ganz an dessen Peripherie, eingebettet ist.

3. Die Form des Nucleolus betreffend.

Valentin beschreibt[22]) den Nucleolus als ein „rundes Körperchen", und bildet solches auch kreisrund an verschiedenen Stellen ab, z. B. in Fig. 45*, Fig. 49, Fig. 51, links, Fig. 54. Dagegen bildet Valentin ein ganz entschieden ovales Kernkörperchen in Fig. 51, rechts, in beiden Ganglienkugeln ab. Einen Nucleolus von spindelförmiger oder elliptischer Form, und anscheinend aus lauter feinen durchsichtigen Kügelchen zusammengesetzt, wie das Zellenparenchym, zeichnete Valentin 1839 in Müller's Archiv, l. c. Tab. VI. Fig. 1, e (p. 142), aus einem Ganglion thoracicum eines Hundes.

Rud. Wagner bildet den Nucleolus bald kreisrund, bald oval ab, z. B. in seinen „Neurologischen Untersuchungen", 1854, Fig. 1, Taf. I; in seinen „Neuen Untersuchungen", 1847, überall als einen Kreis; in den „Icones physiologicae" bald kreisrund (Tab. XIII. Fig. 14—16; Tab. XIV. Fig. 6, 7, 8), bald oval (Tab. XIV. Fig. 1, 9, u. s. w.).

Remak bildet den Nucleolus gleichfalls bald rund, bald oval ab. Eben so Hannover bald rund, bald oval, bald unregelmässig geformt, und spricht solches[23]) auch ganz bestimmt aus. Kölliker[24]) beschreibt die Kernchen oder Kernkörperchen als „runde, scharf begränzte, meist dunkle, Fettkörnern und Elementarbläschen ähnliche Körper, die in den Ganglienkugeln 0,003—0,01''' messen, manchmal fast unmessbar klein sind. Wahrscheinlich (fährt Kölliker fort) sind dieselben Bläschen, weil in (Eiern und) Ganglienkugeln eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung in denselben (Nucleolis) sich entwickelt." Der Nucleolus in den grossen Nervenzellen des Frosch-

19) Remak, Observat. anat. 20) Henle, Allgem. Anat. p. 653.
21) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. p. 407. Gewebel., 2. Aufl., p. 290. 22) Valentin, Nova Acta etc. l. c. p. 139.
23) Hannover, recherches microsc. p. 32. 24) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 14.

Rückenmarks soll, nach Kupffer (1854), kreisrund sein, „regulari forma rotunda insignis, limitibus fuscioribus circumdatus splendidusque apparet, guttulae adipis speciem offert", l. c. p. 19.

Alle diese Thatsachen mögen vorläufig als Anhaltspunkte meiner oben aufgestellten Behauptung dienen, dass der Nucleolus niemals eine absolut kreisrunde Contour zeigt, wenn man 700- bis 900-fache Vergrösserung anwendet. Dieselbe erscheint kreisrund nur bei den schwächeren Vergrösserungen, welche von meinen Vorgängern durchschnittlich angewendet worden sind, aber auch hierbei oft oval, etc.

4. Die Contour des Nucleolus betreffend.

Alle bisherigen Forscher stimmen in der Meinung überein, dass der Nucleolus durch eine einfache, mehr oder minder scharfe, Contour begränzt werde. Die Contour des Nucleolus bezeichnet Henle[25]) als „genau kreisrunde Linie." Er zeichnet aber solche (in Fig. 7, C, c) als gezähnelte, unregelmässige kreisähnliche Linie. Dass der Nucleolus „undurchsichtig" sei, giebt Bidder[26]) an. Er zeichnet solchen aber als einen hellen Raum mit schwarzer kreisförmiger Contour. Mit diesen Ansichten steht meine obige Darlegung der Beschaffenheit des Nucleolus, speciell in Bezug auf das Unterbrochensein der Contour, und die von ihr ausgehenden centripetalen und centrifugalen Fortsätze, in Widerspruch. Selbst Harless zeichnet den Nucleolus als einen vollständigen Kreis, sogar in den Fällen, wo er seine „Nervenfasern" sich bis in den Nucleolus hinein begeben sah. Ich finde zur Ausgleichung dieser Differenz nirgends eine andre Angabe bei meinen Vorgängern, als die ihrer relativ zu geringen Vergrösserungen, welche sie bei ihren Untersuchungen angewendet haben. Genaueres über die Fortsätze der Contour alsbald weiter unten.

5. Das Gewebe des Nucleolus-Parenchyms betreffend.

Das Parenchym des Nucleolus ist von verschiedenen Forschern in verschiedener Weise beschrieben und gedeutet worden. Valentin[27]) sagt von dem Nucleolus, dass derselbe, im Gegensatz zu dem von ihm als flüssig betrachteten Inhalte des Nucleus, „durchaus solide" zu sein scheine. Valentin sagt: „Beide (Nucleus und Nucleolus) gehen leicht bei fortgesetztem Pressen zu Grunde"; jedoch giebt er nicht speciell an, ob der Nucleolus dem Pressen länger widersteht als der Nucleus. Auch in seiner Hirn- und Nervenlehre, 1841, p. 8, nennt Valentin den Nucleolus „solid und gelblichbraun bis gelblich"; auch pag. 11. Das Parenchym des Nucleolus wird von Henle nicht specieller besprochen; doch hält er es eher für flüssig als für fest, indem er sagt, dass Nucleus und Nucleolus „beides in einander eingeschlossene Bläschen oder Kugeln sind"[28]). Dagegen behauptet Hannover[29]), dass der Nucleolus ein Bläschen sei; er sagt: „il est probable, que même les plus petits corps de noyau sont des vésicules, ou du moins des corps creux pendant quelque tems; car on les voit souvent limités d'un double contour en signe d'une cavité . . . avec de parois . . . cependant quelquefois aucune cavité ne s'y découvre. Je n'ai pu examiner la qualité de son contenu, si du reste il en existe." Aehnliches sagt er an vielen andern Stellen, z. B. p. 22, 25, 32, 68, etc. Kölliker (l. c.) spricht sich über die Natur des Nucleolus nicht genauer aus.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen vereinigen die verschiedenen Ansichten meiner Vorgänger, insofern ich den Nucleolus aus Elementarröhrchen feinster Gattung, welche mit Nervenfluidum gefüllt sind, zusammengesetzt betrachte. Schon Valentin gab einige Abbildungen, welche deutlich

25) Henle, Allgem. Anat. p. 653. 26) Bidder, 1847, l. c. p. 16.
27) Valentin, Nova Acta etc. p. 139. 28) Henle, Allg. Anat. p. 653.
29) Hannover, recherches microsc. p. 9.

darauf hinweisen, dass der Nucleolus nicht als ein einfacher solider Körper, noch viel weniger als ein einfaches Bläschen betrachtet werden kann. So z. B. bildet er in Fig. 71 [30]) aus dem Bauchganglion eines Blutegels eine Nervenzelle ab, in welcher der Nucleolus aus lauter feinen dunklen Punkten zusammengesetzt erscheint. Eben so in Fig. 73, aus dem Bauchganglion des Krebses. Ferner bildet Valentin, Fig. 73, Tab. IX., in den beiden mittleren Nervenzellen, den Nucleolus als aus zwei concentrischen Kreisen zusammengesetzt ab, die in der Mitte des Nucleus sichtbar sind. Valentin bemerkt in den Erklärungen dieser Abbildungen, p. 238: „d, das Körperchen auf der Oberfläche (des Nucleus) mit seinem umgebenden hellen Kreise." Auch in seinem Aufsatze: „Gewebe" [31]) etc., ist ein Nucleolus mit einer auffallenden Doppelcontour, einem körnigen Centrum, und einem dunklen Querstrich in letzterem abgebildet, gleich einer verzweigten Faser. Verschiedene Schichten (oder die Doppelcontour) des Nucleolus sah auch wohl Remak bei jungen Thieren, wo er gewahrte [32]), dass . . . „nucleolus ipse circulo tenui circumdatus est."

Rud. Wagner bildet in seinen verschiedenen Schriften das Kernkörperchen verschieden ab. In dessen „Neurologischen Untersuchungen", 1854, ist der Nucleolus (Tab. I., Fig. 1) theils kreisrund, theils oval gezeichnet, und in dem Centrum des Nucleolus abermals ein scharf begränztes rundes Körperchen, dergestalt, dass der Nucleolus in den hier abgebildeten beiden Ganglienzellen eine, von zwei concentrischen oder fast concentrischen Kreisen begränzte, Centralmasse des Nucleus darstellt, oder vielmehr als ein aus zwei — durch concentrische kreisrunde Contouren begränzte — Schichten bestehendes Körperchen anzusehen wäre. Eben so bildet er es ab im: „Handwörterbuch der Physiologie", Bd. III., Abth. I., Fig. 42 u. 44; und Wagner bemerkt ausdrücklich, dass „das Kernkörperchen, wie öfters der Keimfleck, eine doppelte, concentrische dunkle Linie an der Peripherie erkennen lässt." Rud. Wagner fand dieses an den grossen Nervenzellen im electrischen Gehirnlappen von Torpedo [33]). In allen übrigen in dieser Schrift abgebildeten Nervenzellen, z. B. Tab. I. Fig. 2, Tab. II. Fig. 1, 3, 4, 5 u. 6, ist der Nucleolus nur durch eine einfache Kreislinie in der Mitte des Nucleus angedeutet. Eben so auch in dessen: „Neue Untersuchungen" etc. 1847. Fol. Dagegen sind die Nucleoli, welche Wagner in seinen so vortrefflich ausgeführten Icones physiologicae in centralen (wie zum Theil in peripherischen) Nervenzellen darstellt, ganz evident aus verschieden schattirten, abwechselnd dunkleren und helleren rundlichen Schichten zusammengesetzt. So zeigt z. B. die Nervenzelle Fig. 1 auf Tab. XIV ein mehr ovales als rundes Kernkörperchen mit scharfer und zum Theil breiter schwarzer Contour; diese schliesst zunächst eine helle ovale Schicht ein; und diese letztere wiederum umgiebt eine dunklere, granulirte, fast biscuitförmige Centralmasse des Nucleolus. Dasselbe findet sich in der Nervenzelle, Fig. 2, wo die dunkle Centralschicht des Nucleolus fast kreisrund dargestellt ist. In Fig. 3 sind diese Verhältnisse weniger auffallend gezeichnet. In Fig. 4 u. 5 ähnlich, doch auch nicht so auffallend; es finden sich hier nur zwei concentrische Kreislinien. In Fig. 9 ist das granulirte Ansehen, bei b., die zwei concentrischen Kreislinien oder Ellipsen, bei a. und c., angegeben. Letzteres auch bei peripherischen Nervenzellen, z. B. Tab. XIII. Fig. 16.

Die meisterhaften Abbildungen, welche Hannover in seinen „Recherches microscopiques" gegeben hat, zeigen an vielen Nervenzellen, dass der Nucleolus aus mehreren Schichten zu bestehen scheint, resp. nicht von einer einfachen Contour umgeben ist. So findet man auf Tab. II. Fig 37 in zwei grossen Zellen die Nucleoli als zwei concentrische Kreislinien dargestellt, deren äussere dunkler und breiter ist als die innere, welche ein helles Centrum einschliesst. Eben so in Fig. 39, wo aber eine Zelle statt des inneren Kreises nur einen dunklen Punkt zeigt. Letztere Form zeigt sich auf Tab. III, Fig. 45 (oberste Zelle rechts), Fig. 46 (unterste Zelle links); Tab. VI, Fig. 75, untere Zelle.

[30]) Valentin, Nova Acta etc. 1836. [31]) Valentin, in: R. Wagner's Handwörterb. der Phys. 1842. Fig. 38.
[32]) Remak, Observat. anat. p. 10. [33]) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie, III. 1. Abth. p. 377.

Auch in den mit grosser Sorgfalt und Treue ausgeführten Abbildungen, welche Remak in seinen Observat. anatomic. (1838) gab, findet man den Nucleolus theils aus zwei concentrischen Kreisen (Fig. 13, Zelle C. F. Tab. I; ebendaselbst Fig. 13, Zelle B. u. D.), theils als einen Kreis mit einem centralen Punkte (Tab. I. Fig. 7, Tab. II. Fig. 16), theils als einfache Kreislinie oder Ellipse etc. dargestellt.

Ich unterlasse, mit Absicht, die Angabe der vollständigen Reihe der Forscher, welche über diesen Punkt anzuführen wären, weil die bereits genannten hauptsächlich dasjenige angegeben haben, was für meinen vorliegenden Zweck von Bedeutung ist, und weil die übrigen nicht genannten Autoren von den oben citirten Angaben nicht abweichen. Aus den Ergebnissen der Forschungen meiner Vorgänger fliesst also der Schluss, dass der Nucleolus sich bald als ein heller Punkt mit einfacher Contour, bald als ein heller Punkt mit doppelter Contour, bald als ein dunkler Punkt oder eine dunkle, aus kleinen Punkten bestehende, Masse mit einer helleren Umgebung, welche von einer dunklen Contour begränzt wird, darstellt. Mit diesen Ergebnissen stimmen meine Erfahrungen völlig überein, so lange es sich von einer 2—3—400-maligen linearen Vergrösserung handelt, welche von meinen Vorgängern in Anwendung gezogen wurde. Sobald man aber eine 700—900-fache Linearvergrösserung anwendet, alsdann löst sich der Nucleolus — vorausgesetzt, dass das Präparat ein gutes ist, und die Untersuchungsmethode übrigens eine zweckmässige —, bei anscheinend der schärfsten Einstellung desselben in den Focus, in die drei, von mir oben beschriebenen, verschiedenfarbigen Schichten auf.

1) Die centrale Schicht sticht meistens durch ihre rothe Farbe hervor. Schon Harless[34]) beschreibt den Nucleolus als ein „hellglänzendes Pünktchen." Er erwähnt nichts über dessen Farbe. Das glänzende Ansehen des Nucleolus in den Nervenzellen bei den Rochen fiel auch schon Ch. Robin auf: er nennt es „centre brillant" [35]); aber auch er erwähnt nichts von seiner Farbe, oder von der Art wie es das Licht bricht; er konnte wohl bei der geringen von ihm angewandten Vergrösserung das nicht gut sehen, oder er beachtete die Farbe nicht; denn ich finde auch bei geringer Vergrösserung (2—300-fach) in den Nervenzellen von Torpedo, selbst wenn sie nur wenige Stunden in Chromsäure gelegen haben — aber auch bei ganz frischen, wie ich später zeigen werde — die rothe Farbe hervorstechend. Wendet man aber eine 400—800-fache Vergrösserung an, so findet man in den so grossen Nervenzellen des lobus electricus cerebri die drei verschiedenen farbigen Schichten des Nucleolus ganz klar; die rothe centrale ist oft am auffallendsten in Bezug auf ihren Durchmesser, mehr als $^1/_{1500}$'''; die folgende blaue Schicht ist etwa $^1/_{2000}$''', die äusserste gelbe nur $^1/_{3000}$''' an den verschiedenen Punkten ihrer Peripherie breit. Die centrale rothe Schicht erscheint bald granulirt, wie aus einer zahllosen Menge überaus feiner dunkler Punkte zusammengesetzt, bald von Faser- oder Röhren-Fragmenten in Form eines Kreuzes, oder anderer verschiedener Form, durchsetzt.

Eben so wie Harless sahen auch die andern Beobachter das helle Centrum des Nucleolus, und was Valentin, Wagner, Hannover, Remak u. A. als die von der inneren Abtheilung der Doppelcontour eingeschlossene helle Centralparthie des Nucleolus zeichnen, ist nichts Anderes, als die von mir beschriebene Centralschicht desselben. Die Doppelcontour des Nucleus leitet zwar Hannover[36]) von dessen Grösse ab „qui par un changement de foyer peut obtenir au milieu un point obscur ou un petit cercle." Hannover äussert sich nicht genauer hierüber. Auch sagt er p. 68 u. a. a. O.: „lorsqu'ils sont grands, ils sont entourés d'une ligne double." Eben so p. 70: „ils montrent dans le milieu une tache ou un cercle tantôt clair tantôt obscur, selon le changement du foyer." Wenn Hannover aber sagt, dass die Nucleoli Bläschen seien, wie er das an zahlreichen Stellen seiner „recherches" behauptet, z. B. p. 20 („ils se montrent quelquefois en vésicules distinctes"), p. 22, p. 25 („grande ampoule claire"),

[34]) Harless, l. c. p. 287. [35]) Robin, l. c., structure des ganglions etc.
[36]) Hannover, recherches, p. 25.

p. 32 („comme s'ils étaient percés d'un trou", wegen des schwarzen Mittelpunkts), so bringt er keine genügenden Gründe für seine Ansicht. Ein Loch würde doch das Licht durchlassen, also hell erscheinen! Die verschiedenen Schichten des Nucleolus beschreibt gewissermaassen schon entschieden Hannover[37]) mit den Worten: „Dans de plus grands corps de noyau on voit au centre un point obscur, comme s'ils étaient percés d'un trou." Er erkannte das Verhältniss aber nicht genauer; p. 68 führt er an: „on découvre souvent dans leur centre un point obscur ou un cercle." Wenn man nun einen Kreis im Centrum des Nucleolus gewahrt, so schliesst diese Kreislinie doch sicher einen helleren Raum ein. Hätte Hannover diesen Raum mit den stärksten Vergrösserungen untersucht, so würde er die (rothe) Centralschicht erkannt haben.

Keiner meiner Vorgänger spricht, meines Wissens, von der Farbe. In allen den Fällen, wo die Centralschicht des Nucleolus als eine granulirte dunklere Masse (wie z. B. bei Valentin und Wagner, (s. o.) dargestellt ist, in diesen Fällen hätte wahrscheinlich, und wird künftig sicher, bei stärkerer Vergrösserung, der Farbenunterschied sehr auffallend wahrgenommen werden können. Mag die Farbe ein Interferenz-Phänomen in Folge der Kugelgestalt des Nucleolus — also für das Gewebe desselben etwas Indifferentes — sein, oder nicht, darauf kommt es einstweilen weniger an, wo es nur gilt, die Thatsachen festzustellen. Das granulöse Ansehen dieser centralen Schicht ist aber von mir in zahlreichen Fällen gesehen worden. Die (innere) Contour, welche die centrale Schicht des Nucleolus begränzt, ist bei meinen Vorgängern ganz so gezeichnet, wie ich sie bei schwacher Vergrösserung finde, d. h. diese Contour trennt die centrale rothe Schicht von der sie äusserlich zunächst umgebenden blauen.

2) Diese blaue Schicht des Nucleolus wird zwar von keinem meiner Vorgänger speciell erwähnt, aber was dieselben in ihren Abbildungen darstellen, stimmt vollkommen mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Der helle Raum, welcher von früheren Forschern zwischen der äusseren und inneren Contour des Nucleolus (also die helle Schicht zwischen der Doppelcontour desselben) gesehen wurde, — ist nichts Anderes, als die von mir beschriebene blaue Schicht desselben. Bei 300—400-facher Vergrösserung sieht man allerdings oft keine Farbe in dieser Schicht, oder man sieht sie nur undeutlich; wendet man aber die 700—800-fache Vergrösserung an, so ist die blaue Farbe dieser Schicht nicht zu verkennen, wiederum vorausgesetzt, dass die Untersuchungsmethode eine zweckmässige ist. Diese Schicht zeichnet sich in R. Wagner's Abbildungen (Icones phys. Tab. XIV. Fig. 1 und 2) besonders aus. Was nun

3) die gelbe Schicht betrifft, welche, als die äusserste des Nucleolus, ringsum die blaue Mittelschicht umgiebt, — so ist dieselbe von keinem meiner Vorgänger gesehen worden. Auch findet sich in keiner der verschiedenen Abbildungen jener Forscher irgend ein besonders hervorstechendes Merkmal, welches darauf hindeutet, dass diese Schicht in einer oder der anderen Zelle jemals zur Erscheinung gekommen wäre. Dieser Umstand erklärt sich wiederum aus der relativ zu schwachen Vergrösserung, bei welcher jene Forscher arbeiteten. Die gelbe Schicht ist nämlich in keiner Nervenzelle bei einer 300-fachen Vergrösserung sicher zu gewahren, wenigstens nicht nach meinen bisherigen Erfahrungen. Dieselbe ist die schmalste der drei Schichten des Nucleolus, und selbst bei einer 700- bis 800-fachen Vergrösserung ist sie oft nur schwer als ein ganz schmaler gelber Rand innerhalb der äussersten Contour wahrzunehmen. In den meisten Fällen aber wird man bei der genannten starken Vergrösserung finden, dass die gelbe Schicht an der von mir bezeichneten Stelle vorhanden ist. Der Umstand, dass mehrere meiner Vorgänger die äussere Contour des Nucleolus auffallend dunkler und breiter sahen und zeichneten, z. B. R. Wagner (Icones, Tab. XIV. Fig. 1), Hannover (Tab. II. Fig.

[37]) Hannover, recherches etc., p. 32.

37, rechts oben), deutet darauf hin, dass hier doch eine, selbst bei mittelstarker Vergrösserung auffallend breite, Gränze ist. Diese Gränze löst sich bei 700—800-facher Vergrösserung in die dunkle äussere Begränzungslinie und in die gelbe Schicht an deren innerem Rande auf. Aber nicht blos die Nucleoli in den mit Chromsäure behandelten Zellen, sondern auch die Nucleoli frischer Zellen bieten, ohne allen Zusatz färbender Reagentien, isolirt oder nur mit reinem Wasser befeuchtet, jene drei gefärbten Schichten. — Bei 300 facher Vergrösserung zeigt der Nucleolus bald eine blaue Farbe mit schwarzer Contour, bald, aber sehr selten, alle drei Schichten: roth, blau, gelb. Bei 400-facher Vergrösserung ist die rothe Schicht oft besonders deutlich. Bei 700-facher Vergrösserung erscheinen diese Schichten meist noch schärfer und deutlicher; jedoch in isolirten Zellen nicht so feuerroth oder rubinroth, wie bei Zellen in feinsten Abschnitten aus Chromsäure-Präparaten. Oft ist das Centrum nur gelbröthlich, oder mattgelb; in seltenen Fällen aber so entschieden hervorstechend roth, wie in Chromsäure-Präparaten. Die Ursache, weshalb in frischen Zellen, die mit Nadeln (aus dem Rückenmarke, dem Ganglion Gasseri, den Spinalganglien u. s. w.) isolirt worden sind, die Farben der drei Schichten des Nucleolus so auffallend schwächer erscheinen, als in Zellen, welche in feinen Abschnitten der nämlichen Theile, wenn sie vorher in Chromsäure gehärtet waren, enthalten sind, scheint mir darin zu suchen, dass die frischen isolirten Zellen stets eine dickere oder dünnere Decke des Zellen-Parenchyms und Nucleus-Parenchyms über dem Nucleolus, zwischen diesem und dem Focus des Mikroskops, haben, während in den feinen Abschnitten der Nucleolus der betreffenden Zellen häufig genug ohne jene deckenden und verhüllenden Theile der Zelle in den Focus des Mikroskops eingestellt werden, gleichsam blosgelegt oder ganz rein präparirt (durch den Querschnitt, welcher die betreffende Zelle zum Theil wegschneidet) mit dem Mikroskop untersucht werden kann. Immerhin geht aus diesen Thatsachen hervor, dass die drei verschieden gefärbten Schichten in keinem Falle als eine Wirkung der Chromsäure (oder anderer färbender Substanzen) betrachtet werden können.

Was nun die Continuität der Contour oder der Contouren betrifft, welche am Nucleolus bemerkbar sind, so erscheinen solche allerdings, wie die bisherigen Forscher angeben, d. h. als eine ununterbrochene Kreislinie oder Ellipse u. dergl., wenn man eine 200—300-malige Vergrösserung anwendet; dagegen bei Anwendung von 400—700—900-facher Vergrösserung, und passender Untersuchungs-Methode, die von mir im Obigen beschriebenen Unterbrechungen in der Continuität der Contouren, resp. die von ihnen ausgehenden Fortsätze, beobachtet werden können.

Ausser dem Mitgetheilten sind die oben citirten Angaben Valentin's, und Wagner's Abbildungen, das punktirte Ansehen des Nucleolus, oder das granulirte Ansehen der centralen Schicht des Nucleolus betreffend, schon als eine Hindeutung darauf anzusehen, dass man den Nucleolus für nichts weniger als ein einfaches Bläschen betrachten kann. Meine Untersuchungen haben mich zu der oben mitgetheilten Ansicht von dessen complicirterem Bau geführt.

E. Die Fortsätze der Nervenzelle betreffend.

Ich betrachte im Folgenden die Fortsätze der Nervenzelle: 1) in Bezug auf ihr allgemeines Vorkommen; und zwar *a.* die dicken Fortsätze der Nervenzelle; *b.* die feinsten Ausläufer der Nervenzelle; 2) in Bezug auf die Verbindungen der dicken Fortsätze untereinander; 3) in Bezug auf die Theilung der Fortsätze; 4) in Bezug auf den Uebergang derselben in Nervenprimitivfasern. Die unter 2), 3) und 4) erwähnten Punkte werde ich jedoch erst in dem dritten Abschnitte des folgenden Capitels dieses Buches erörtern; daher ich den Leser dorthin verweise.

Das allgemeine Vorkommen von Fortsätzen an jeder Nervenzelle betreffend.

Ob von einer jeden Nervenzelle Fortsätze abgehen, oder nicht, darüber herrscht unter den heutigen Anatomen noch keineswegs eine übereinstimmende Ansicht.

a. Die breiten oder dicken Fortsätze der Nervenzelle betreffend.

Diese Fortsätze der centralen Ganglienzellen entdeckte bekanntlich 1836 zuerst Purkinje am Gehirn des Schaafs [38]). Auch Valentin sah diese Fortsätze, z. B. an der gelben Substanz des kleinen Gehirns des Schaafs, des Pferdes etc., l. c. p. 153. Insbesondere beschreibt er sie beim Krebse „als einen kleinen, spitz zulaufenden schwanzförmigen Anhang (Tab. IX, Fig. 79, 82), welcher auf den Kugelmassen frei zu enden scheint.“ Valentin fügt aber ausdrücklich hinzu: „Den Uebergang desselben in eine einzelne Primitivfaser aber konnte ich nie wahrnehmen“, l. c. p. 212, obgleich er bestimmt angiebt, dass dieser Fortsatz „Parenchym und Scheide zugleich betrifft“, p. 216. Valentin sah auch Ganglienkugeln des Krebses mit zwei, nach entgegengesetzer Richtung abgehenden Fortsätzen (Tab. IX, Fig. 81), p. 216; in diesem Falle aber war ein Fortsatz, wie Valentin meint, nur von der Scheide erzeugt. — Es ist wohl sicher, dass Valentin hier schon bipolare Ganglienzellen vor Augen hatte. Valentin hatte [39]) in Fig. 54, Tab. VII. (p. 234), eine „Ganglienkugel, die sich in einen schwanzförmigen Anhang verlängert“, abgebildet; evident war hier der Fortsatz abgebrochen; aus der gelben Gehirnsubstanz des Menschen. Eine ganz ähnliche Kugel, Tab. IX, Fig. 73, aus dem Ganglion des Bauchstranges des Krebses. Auch in Fig. 51, oben rechts, hat Valentin wahrscheinlich einen abgebrochenen Fortsatz an der Ganglienkugel gesehen. Was Valentin, in Fig. 50, als zwei durch eine Zellgewebescheide verbundene Ganglienkugeln zeichnet, von deren jeder wieder ein zellgewebiger Fortsatz der Scheide abgehen soll, sind wahrscheinlich wirkliche Fortsätze gewesen. Eben so, was Valentin, Fig. 79, Tab. IX., als Fortsätze der Hülle der Ganglienkugeln aus dem Eingeweidenervensysteme des Krebses zeichnet; ferner Fig. 80, 81, 82. Alle diese Fortsäsze, die Valentin nur für zellgewebige hielt, dürften mit Sicherheit als wirkliche Nervenfasern zu bezeichnen sein. Der schwanzförmige Anhang hat auch in Fig. 54 das nämliche Parenchym, wie die übrige Masse der Ganglienkugel.

Nach Valentin haben wohl die sämmtlichen Forscher auf diesem Felde die Existenz der Nervenzellenfortsätze in den meisten Fällen bestätigt; indessen hat sich die Ansicht, dass es auch apolare Nervenzellen gebe (im Rückenmarke wie in den peripherischen Theilen des Nervensystems), bis in die neueste Zeit erhalten, und selbst Kölliker nimmt noch Nervenzellen an, die keine Fortsätze abgeben sollen. Es scheint mir überflüssig, eine ausführliche historische Darlegung der Ansichten über die Existenz oder Nicht-Existenz apolarer (centraler oder peripherischer) Nervenzellen zu geben, um so mehr, als ich diesen Punkt weiter unten mehrmals berühren muss. Ich füge nur, als das Resultat meiner Untersuchungen, an, dass apolare Zellen nirgends existiren, und wo sie zu sein scheinen, die Erkenntniss ihrer Fortsätze nur schwieriger ist, als an andern Stellen. Im Rückenmark ist der Nachweis der Nervenzellenfortsätze am leichtesten, nicht blos im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, sondern auch an denen der Fische, Vögel [40]) und Amphibien.

[38]) Purkinje, im: Bericht über d. Naturforscher-Versammlung in Prag, 1836, s. o. l. c. Valentin, in: Nova Acta A. N. C. XVIII. p. 152.

[39]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. XVIII, 1836.

[40]) „Unaquaeque cellula processus suos dimittit“, sagt Metzler (p. 31). Er nimmt also auch im Vogel-Rückenmark keine apolaren Zellen an, womit meine Erfahrungen übereinstimmen.

b. Die feinen Ausläufer der Nervenzelle betreffend.

Während über die Thatsache des Abgangs dicker Fortsätze von den Nervenzellen kaum eine Meinungsverschiedenheit im Allgemeinen unter den Forschern besteht, ist dagegen der Abgang der zahllosen feinen Fortsätze[41]) derselben, die ich nur als Elementarröhrchen ansehe, oder die dem Durchmesser der Elementarröhrchen gleichkommen, bis jetzt eine von mir allein aufgestellte und fast isolirt dastehende Angabe. Nur einige wenige Mittheilungen früherer Forscher über diesen Punkt habe ich hier anzuführen.

Die feinen Ausläufer der Nervenzellen entdeckte zuerst Remak[42]). Den Abgang einer grossen Anzahl von feinen Nervenfasern von einer einzigen grossen Nervenzelle beschreibt Remak auch später, 1853[43]). Er sagt: „... Die Körner ... finden sich an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln, und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier in grosser Zahl, bis zu fünfzig und darüber, von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen, um die Bündel der gangliösen Fasern zu bilden. Ausser den feinen gangliösen Ausläufern sieht man noch breitere, nicht gangliöse, die vielleicht in dunkelrandige Fasern übergehen. . . . Die grossen Ganglienkugeln der Spinalganglien senden ebenfalls von allen Punkten ihrer Oberfläche feine gangliöse Fasern aus, welche sich an einem Pole zu Bündeln vereinigen, nachdem sie eine die Kugel einhüllende dicke Kapsel gebildet haben.“ Gleiches beobachtete Remak bei Fischen, insbesondere bei Raja clavata. Dass Remak hier die von mir gemeinten feinen Ausläufer der Nervenzellen gesehen, dürfte, nach seinen Mittheilungen, kaum einem Zweifel unterliegen. Ob seine Deutung eine richtige ist, dass nämlich alle diese Ausläufer als (gangliöse) Nervenfasern zu bezeichnen seien, muss ich vorerst dahin gestellt sein lassen; ich glaube jedoch, dass deren Deutung zum grossen Theil als Elementarröhrchen, die von dem Zellenparenchym oder der Zellenhülle ausgehen, jedenfalls mit beiden in Verbindung stehen, mehr gerechtfertigt ist. Auch glaube ich, dass zum Theil schon die von Remak 1838[44]) beschriebenen Gebilde als die feinen Elementarröhrchen, welche mit dem Nervenzellen-Parenchym zusammenhängen, oder als die feinen Ausläufer des Nervenzellen-Parenchyms angesprochen werden müssen. Gegen die mitgetheilte Darstellung Remak's protestirt zwar Kölliker[45]), indem er die Remak'schen „gangliösen Körner“ für die Kerne der Nervenscheiden, und die von ihnen entspringenden Fasern für Bindegewebe erklärt. Kölliker meint: „statt, wie Andere, die Scheiden als unwesentliche Hüllen zu betrachten, lässt er sie von der Substanz der Ganglienkugel ausgehen, und stempelt sie so zu nervösen Elementen. Dies ist entschieden falsch. Es liegen die Ganglienkugeln mit ganz glatter Oberfläche, umhüllt von ihren Zellmembranen, innerhalb der kernhaltigen Scheide, und wird es Niemand gelingen, auch nur die geringste Verbindung zwischen beiden zu finden.“ Gegen diese Behauptung Kölliker's habe ich bereits oben die Beweise geliefert, durch Nachweis der Verbindungstheile zwischen Ganglienkugel und Hülle; hiermit fällt auch Kölliker's Behauptung von der ganz glatten Oberfläche der Ganglienkugel; und was die Unwesentlichkeit der Hülle betrifft, die Kölliker anführt, so wird er gewiss nicht darauf bestehen wollen. Was uns bisher unwesentlich vorkam, lag nur in unserer willkührlichen Idee, allenfalls auf den Scheingrund basirt, dass es Ganglienkugeln ohne

[41]) Wenn ich von den feinen Ausläufern der Nervenzellen rede, so meine ich hiermit nicht blos die bisher als sogenannt sympathische Fasern erkannten Nervenfasern, welche aus peripherischen Ganglien entspringen, wie dies seit Remak's Arbeiten auch von Bidder und Volkmann (Selbstständigkeit des sympath. Nervensystems, 1842) für die Ganglien des Sympathicus, und seit Valentin's und Kölliker's Arbeiten (Valentin, Repert. 1843; Kölliker, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems, 1844.) zugleich von den Spinalganglien bekannt ist, — sondern ich meine damit Ausläufer von viel grösserer Feinheit, welche sich in die Categorie der Elementarröhrchen stellen.

[42]) Remak, in: Froriep's Neue Notizen. 1837. III. Bd p. 216. Observat. anat. p. 9. §. 13. 1838.

[43]) Remak, in: Monatsber. der Berl. Akademie, 12. Mai 1853. Ueber gangliöse Nervenfasern.

[44]) Remak, Observat. anat. p. 9. §. 13. [45]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. p. 350. 351.

Hülle gebe (in den Centraltheilen). Diese Ansicht ist aber ebenfalls unhaltbar; und an einer Ganglienkugel ist die Hülle nicht unwesentlicher als ihr Nucleus etc. Wir kennen ja noch viel zu wenig die Bedeutung, welche der Zellmembran zukommt, als dass wir uns unterfangen dürften, solche für einen unwesentlichen Theil zu erklären. Endlich wird Kölliker gewiss auch zugeben, dass zwischen Zellmembran und Zelleninhalt der Ganglienkugel irgend eine Verbindung bestehen müsse, wenngleich solche auch bei geringen Vergrösserungen (3—400) nicht ersichtlich ist. Denn eine Ganglienkugel, in einer Zellmembran eingeschlossen, und ohne alle andere Verbindung mit ihr, ausser dem blossen Contact — hätte für die Wissenschaft gar keinen Sinn. Die Ganglienkugel würde dann wie ein fremder Körper in der Zellmembran eingeschlossen sein. Diese Ansicht wird aber durch den positiven Nachweis der Verbindungsglieder zwischen Hülle und Ganglienkugel, wie ich solchen oben gegeben, unhaltbar.

Auch die Mittheilungen Lieberkühn's[46]) sind hier anzuführen. Er bildet feine Fortsätze von Nervenzellen (Axencylinder nach Lieberkühn) ab, welche in diese Categorie zu zählen sind.

R. Wagner[47]) deutet darauf hin, dass er die gröberen dieser feinen Fortsätze an centralen Nervenzellen gesehen habe. Wagner fand an manchen Stellen des grossen Gehirns (Ammonshorn) Zellen, aus deren einem stumpfen Ende unmittelbar eine Menge sehr feiner Fortsätze entspringen, während an der entgegengesetzten Seite ein sehr langer, dicker, Fortsatz abgeht, der schliesslich auch durch Theilung sich verkleinert. Auch die von Wagner gegebenen Abbildungen bestimmen mich, meine erwähnte Deutung aufzustellen.

Eine andere Mittheilung R. Wagner's[48]) scheint mir gleichfalls hierher gehörig. Wagner bildet Nervenzellen aus dem zweiten Nervenpaar des Plexus brachialis von Torpedo ab, in Fig. 7, 8, **, an denen von verschiedenen Punkten ihrer Peripherie feine Fasern abgehen, welche er als „Zellgewebsfasern und sparsame umspinnende Elemente" bezeichnet. Ich glaube, dass diese Fasern mit Unrecht ohne Weiteres sämmtlich als Bindegewebefasern angesehen werden; und wenn Remak auf der einen Seite vielleicht zu weit geht darin, dass er die ganze „dicke Kapsel" der Nervenzelle für ächte Nervenfasern hält, und wenn Kölliker's Einwendungen hiergegen zu einem Theile Grund haben dürften, so muss ich in Bezug auf Wagner's Deutung dieser Fasern andererseits bemerken, wie ich oben gegen Kölliker's Ansicht gethan, dass kein stricter Beweis vorhanden ist, um alle jene feinen Fasern als Bindegewebe zu bezeichnen, und vom Nervengewebe auszuschliessen. Ueberhaupt dürfte bald die Zeit kommen, in welcher das Verhältniss des Bindegewebes zum Nervengewebe von einem ganz anderen Gesichtspunkte betrachtet wird, als es bis jetzt geschehen ist. Man nimmt an, dass die Elemente des Bindegewebes überall zu denen des Nervengewebes in dem Verhältniss der Juxtaposition stehen, und man schliesst jede Communication oder jede Continuität beider aus. Ich hoffe bald zu zeigen, dass zwischen den feinsten Elementen beider Systeme auch wirkliche Communicationen Statt finden.

Auch Stannius beobachtete die feinen Fortsätze der Nervenzellen 1850. Er sagt[49]): „Diese Fortsätze in den Centraltheilen (von Petromyzon) sind bald von unmessbarer Feinheit, bald durch alle Mittelstufen hindurch von colossaler Breite. . . . Sie gehen bald vom ganzen Umfange des Ganglienkörpers aus, bald scheinen sie nur von einer Seite oder einem Rande abzutreten" etc. Auch Schröder van der Kolk[50]) fand Fortsätze der Nervenzellen von der höchsten Feinheit in zahlloser Menge im Rückenmark der Säugethiere.

[46]) N. Lieberkühn, de gangliorum structura penitiori. Berlin 1849. 4. Fig. 2, 3, 9.
[47]) R. Wagner, Neurolog. Untersuch. 1854. Taf. I. Fig. 4.
[48]) R. Wagner, Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen, in dessen: Handwörterbuch der Phys. III. Fig. 7, 8, p. 402. [49]) Stannius, in: Götting. Anz. 1850. R. Wagner's Neurol. Unters. 1854. p. 88, 90, 91.
[50]) Schröder v. d. Kolk, l. c. 1854. p. 39.

Wiederum habe ich aber, in Bezug auf die oben berührte Frage, schliesslich zu bemerken, dass es auch hier die ungenügende Vergrösserung ist, welche von den verschiedenen Forschern bei ihren Untersuchungen angewendet wurde, die sie an der Erkenntniss der feinen Gebilde, wie diese von dem Parenchym der Nervenzellen ausgehenden Elementarröhrchen sind, verhindern musste.

Die dickeren Fortsätze der Nervenzellen betreffend, so habe ich oben behauptet, dass sie entweder benachbarte Zellen, ohne sich vorher auffallend getheilt oder an Dicke merklich abgenommen zu haben, mit einander verbinden; oder — und dies gilt von der Mehrzahl bei den centralen Zellen — sich grob bifurcatorisch theilen, und auch ausserdem an zahllosen Punkten feinste Verästelungen (Elementarröhrchen, mehr oder weniger vereinzelt) aussenden, bis sie in lauter Elementarröhrchen aufgelöst sind, welche als solche in Nervenprimitivfasern oder in Nervenzellen entfernter oder naher Gebiete eintreten; oder endlich — ohne sich zu theilen (wie bei den meisten Zellen in den Spinal-Ganglien), oder nur nach den ersten Theilungen — in Nervenprimitivfasern übergehen. Die Arbeiten und Ansichten meiner Vorgänger über diese Verhältnisse werde ich in dem dritten Abschnitt des folgenden Capitels dieses Buches weiter unten betrachten.

ZWEITES CAPITEL.

Ueber die genuinen nervösen Elementarbestandtheile des Rückenmarks im Besondern.

Nach den im vorausgegangenen Capitel enthaltenen Mittheilungen gehe ich zu den Erörterungen über, welche die genuinen nervösen Elemente des Rückenmarks insbesondere betreffen. Ich betrachte hier die Elemente zuerst der weissen Substanz und ihrer einzelnen Stränge, resp. Theile, im Speciellen; hiernach die der grauen Substanz und ihrer einzelnen Hörner, resp. Theile, und endlich das anatomische Verhältniss, in welchem die verschiedenen Bestandtheile der verschiedenen Rückenmarks-Substanzen, d. h. die Nervenprimitivfasern und die Nervenzellen, unter einander stehen.

Erster Abschnitt.

Die genuinen nervösen Elementarbestandtheile der weissen Substanz und der verschiedenen einzelnen weissen Stränge des Rückenmarks im Besondern.

In der weissen Substanz des Rückenmarks, resp. in den weissen Hinter-, Vorder- und Seitensträngen, den Commissuren und centralen Bahnen der Spinalnerven finden wir, als den bei weitem vorwaltenden Bestandtheil, die Nervenprimitivfasern [51]). Da diese Nervenprimitivfasern des Rückenmarks alle im vorigen Capitel geschilderten allgemeinen Charaktere der Nervenprimitivfasern in Bezug auf Form, Dimensionen und Textur besitzen, so bleibt mir nur einiges Speciellere über die Dimensionen und das

[51]) Die Nervenzellen sind in den sogenannten weissen Strängen so vereinzelt, dass es nicht nöthig ist, auf dieselben hier Rücksicht zu nehmen. Ueber ihr Vorkommen in der weissen Substanz habe ich oben, p. 148 u. a. O., gesprochen. Die Dimensions- und anderen Verhältnisse dieser Nervenzellen, — welche übrigens sich von denen der grauen Substanz nicht unterscheiden — werde ich im folgenden Abschnitt, bei den Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks, beschreiben, weshalb ich den Leser dorthin verweise. Auch die Blutgefässe bilden einen, zwar nicht unbedeutenden, immer aber nicht vorwaltenden Bestandtheil der weissen Substanz des Rückenmarks. Das Nämliche muss von den Fortsätzen der Pia mater gesagt werden.

gegenseitige Verhältniss der Nervenprimitivfasern zu sagen. Den letztgenannten Punkt werde ich aber speciell noch weiter unten, im dritten Abschnitt dieses Capitels, besprechen. Daher hier nur die Dimensionen der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz zu erwähnen sind.

Die Dimensionen der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz verhalten sich wie folgt:

a. In den weissen Hintersträngen des Menschen-Rückenmarks finden sich Nerven-Primitivfasern [52]) von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$, und von allen zwischen diesen beiden Werthen liegenden Durchmessern; die Mehrzahl von $^{1}/_{150}'''$. Da die Hülle, wenigstens in feinen Abschnitten, nicht isolirt zu unterscheiden ist, so ist auch die Breite des sogenannten Nervenmarks allein, mit Ausnahme der Hülle, nicht anzugeben. Die Axencylinder haben, je nach der Breite der einzelnen Nervenprimitivfasern, einen Durchmesser von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{4}/_{1500}'''$, selten mehr. In den weissen Hintersträngen des Kalbs- und Ochsen-Rückenmarks und der anderen Säugethiere finden sich im Ganzen die nämlichen Dimensionen; nicht selten etwas grösser als bei dem Menschen. Die Nervenprimitivfasern messen hier $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{75}'''$, die Mehrzahl $^{1}/_{150}'''$, die Axencylinder $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$. — Bei den Vögeln erscheinen Werthe von $^{1}/_{750}'''$, resp. $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$, die Mehrzahl von $^{1}/_{300}'''$; Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$... bis $^{4}/_{1500}'''$... Bei den Fischen messen die Nervenprimitivfasern der weissen Hinterstränge $^{1}/_{750}'''$, resp. $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$, die Mehrzahl von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$, die Axencylinder $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{750}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$; bei Petromyzon insbesondere zeigen die Nervenprimitivfasern Querdurchmesser von $^{1}/_{750}'''$ bis $^{1}/_{40}'''$; die letzten grössten Fasern sind in den seitlichen, mehr nach aussen gelegenen, Theilen der Hinterstränge, zunächst den Seitensträngen; die feineren Fasern, deren Mehrzahl $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$ misst, sind mehr zu beiden Seiten der Fissura posterior befindlich. Die Dicke der Axencylinder variirt von $^{1}/_{1500}'''$, resp. von kaum messbarer Feinheit, bis $^{1}/_{150}'''$ (und selbst bis $^{1}/_{100}'''$.) — Bei den Amphibien (Fröschen) erscheinen die Querdurchmesser von $^{1}/_{750}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$; die Mehrzahl misst $^{1}/_{300}'''$. Die Axencylinder sind von grösster Feinheit, resp. $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{750}'''$ und dicker, selbst bis $^{1}/_{300}'''$.

b. In den weissen Vordersträngen bei'm Menschen zeigen die Nervenprimitivfasern Durchmesser von $^{1}/_{100}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$, selten bis $^{1}/_{500}'''$. Die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$, selbst bis $^{4}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$. — Bei den Säugethieren findet man diese Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{75}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$, und feinere von $^{1}/_{300}'''$, selten bis $^{1}/_{500}'''$ im Durchmesser; die Axencylinder von $^{1}/_{300}'''$ bis $^{1}/_{1500}'''$ im Durchmesser. Die dicksten Nervenprimitivfasern findet man eben so wohl in den vordersten Lagen der weissen Stränge, — und hier besonders zahlreich, — ferner in den innersten Lagen zunächst der Fissura anterior, als auch in den hintersten Lagen, nächst der grauen Substanz; desgleichen, aber mehr mit feineren Fasern gemischst, in den mittleren Fascikeln dieser Stränge. — Bei den Vögeln messen die Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{100}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$, selbst bis $^{1}/_{750}'''$, die Mehrzahl derselben misst $^{1}/_{150}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$ im Querdurchmesser; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$, selbst bis $^{6}/_{1500}'''$. — Bei den Fischen, z. B. bei Squalus, erscheinen Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{50}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$ und $^{1}/_{300}'''$; bei Petromyzon insbesondere Nerven-Primitivfasern von $^{1}/_{30}'''$, selbst $^{1}/_{20}'''$ (Müller'sche Fasern), bis $^{1}/_{750}'''$ und feiner; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$. Die colossalen Fasern liegen meist in zwei Reihen hintereinander, obwohl nicht regelmässig. Ihre Zahl in jeder Seitenhälfte des Rückenmarks wechselt, meistens sieht man deren 8 bis 10. Von den höchsten Dimensionen bis zu den feinsten Querdurchmessern der Nerven-Primitivfasern finden aber Uebergänge Statt; und es hält nicht schwer, in einem und demselben Quer-

[52]) Ich will nicht unterlassen, zu bemerken, dass auch im Menschen-Rückenmark, wie in dem der übrigen Säugethiere, Nervenprimitivfasern vorkommen mögen, welche einen Durchmesser von $^{1}/_{750}'''$ oder selbst noch geringere Dimensionen haben. Solche Fasern sind aber nicht mit Bestimmtheit als Nervenprimitivfasern zu unterscheiden, weil die verschiedenen gröberen Bestandtheile, Axencylinder und Nervenmark, alsdann nicht gesondert unter dem Mikroskope mit genügender Deutlichkeit gesehen werden können.

abschnitt Repräsentanten der verschiedensten Mittelstufen anzutreffen. — Bei den Amphibien (Fröschen) zeigen die Nervenprimitivfasern einen Querdurchmesser von $^1/_{750}'''$, resp. $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$ und selbst bis $^1/_{100}'''$, die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$.

c. In den Seitensträngen. Es messen die Nervenprimitivfasern im Menschen-Rückenmark $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{100}'''$, die Mehrzahl $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$, die Axencylinder $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, selbst $^4/_{1500}'''$. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{100}'''$, einzelne von $^1/_{75}'''$, selbst $^1/_{60}'''$, die Mehrzahl $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{75}'''$, die Mehrzahl $^1/_{300}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{50}'''$ (z. B. bei Squalus), die Mehrzahl $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$; bei Petromyzon insbesondere sieht man neben den Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ Durchmesser, andere colossale von $^1/_{30}'''$ und grösser, bis zu $^1/_{23}'''$, selbst $^1/_{20}'''$ im Durchmesser. Diese colossalen Nervenprimitivfasern erscheinen in verschiedener Anzahl, 10, 15, 20, zwischen den feineren Fasern zerstreut; die Axencylinder haben einen Querdurchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{100}'''$. — Bei den Amphibien (Fröschen): die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{150}'''$, die Mehrzahl $^1/_{500}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$.

d. In der Commissura anterior [53]) bei'm Menschen messen die Nervenprimitivfasern von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{500}'''$ bis $^4/_{1500}'''$. — Bei den Säugethieren: die Nerven-Primitivfasern von $^1/_{75}'''$, resp. $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$, selten bis $^1/_{300}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{100}'''$, resp. $^1/_{150}'''$, resp. $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{500}'''$; die Axencylinder von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{75}'''$ (Squalus); die Axencylinder von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{300}'''$. Speciell bei Petromyzon: die Nervenprimitivfasern [54]) von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$, resp. $^1/_{500}'''$. — Bei den Amphibien (Fröschen): die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$ und $^1/_{100}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$.

e. In der Commissura posterior [55]) beim Menschen messen die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ (Squalus); hierbei ist die Kreuzung der Nervenprimitivfasern beider Seitenhälften oft sehr schön; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$; bei Petromyzon: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$ und $^1/_{300}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ (man sieht hier nur in seltenen Fällen auf Querabschnitten Faserstrecken in Continuität, indem die Kreuzung in sehr spitzen Winkeln und mehr der Axe des Rückenmarks parallel geschieht). — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$, selten von grösseren Dimensionen; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$. Bei den Fröschen treten auf Querabschnitten die Nervenprimitivfasern innerhalb der äusserst durchsichtigen Substantia gelatinosa

[53]) Auf Querabschnitten, in denen es gelingt, isolirte Nervenprimitivfasern der Commissur zu sehen, ist die Messung der Nervenprimitivfasern sicher; ausserdem nicht mit genügender Sicherheit möglich, wegen der Durchkreuzung der Fasern und der gegenseitigen Verbindung ihrer Elementarröhrchen. Die Axencylinder aber sind in allen feineren Querabschnitten sehr leicht zu messen, weil sie scharf genug begränzt hervortreten.

[54]) Da die Commissur von geringem Flächeninhalt, und die Kreuzung der Fasern in den verschiedensten Richtungen und Ebenen geschieht, so gelingt es nur selten, ausser den Querdurchschnittsflächen von Fasern, längere Strecken von Nerven-Primitivfasern dieser Commissur in Continuität zu sehen. Meist erscheint die Commissur auf den ersten Blick aus lauter Elementarröhrchen oder Bindegewebefasern zusammengesetzt.

[55]) Auch die Nervenprimitivfasern der Commissura posterior habe ich nur an solchen Querabschnitten gemessen, an welchen das feinste Schnittende gerade in diese Commissur fiel, wodurch es möglich wurde, isolirte Nervenprimitivfasern dieses Theils zu messen.

centralis oft sehr auffallend hervor, und lassen sich lange Strecken weit aus der einen Seitenhälfte in die andere in ungetrennter Continuität verfolgen.

f. In den vorderen centralen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge messen beim Menschen die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{200}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, selbst $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$ (Squalus z. B.); die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. Bei Petromyzon: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. Nicht selten sieht man auf Querabschnitten vordere Nervenwurzeln und centrale vordere Nervenbahnen in ungetrennter Continuität, so dass jeder Zweifel schwindet. — Bei den Amphibien: die Nerven-Primitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$.

g. In den hinteren centralen Nervenbahnen innerhalb der weissen Hinter- resp. Seitenstränge messen beim Menschen die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$, selbst $^1/_{100}'''$; die Axencylinder $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$, resp. $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$, selbst $^1/_{100}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$, resp. $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ und $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, resp. $^1/_{400}'''$. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von $^1/_{750}'''$, resp. $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ und $^1/_{150}'''$; die Axencylinder von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$.

Historisches und Critisches

über die genuinen nervösen Elemente der weissen Substanz des Rückenmarks.

Die folgenden Betrachtungen erstrecken sich auf die, in den historisch-critischen Anhängen zu dem ersten und zweiten Capitel des ersten Buches noch nicht erwähnten, Angaben früherer Forscher über die Textur der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks, und auf die Dimensionen derselben.

1. Die Textur der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks betreffend.

Dass die weisse Substanz des Rückenmarks aus Fasern bestehe, ward wohl seit Leeuwenhoeck, Laurenzius, Bartholin, Blasius, Vieussens, Cuvier, Sömmerring, Frotscher, Gall, Keuffel, Rachetti und Rolando keinem Zweifel mehr unterworfen. Rolando[56]) hatte aber die Beschaffenheit der einzelnen Fasern selbst, also die Textur der Nervenprimitivfaser des Rückenmarks, mikroskopisch zu ermitteln gesucht. An dem durch Wasser macerirten, und durch Wasserstrahl („getto d'acqua", s. l. c. p. 74) zertheilten Rückenmarke „riesce in tal modo di esaminarle isolatamente col mezzo di microscopii o lenti più acute, e si può vedere, che sono le medesime formate da globetti

[56]) Luigi Rolando, Ricerche sulla struttura del midollo spinale. Torino 1824. 8. Mit Abbildungen.

sferici pellucidi e probabilmente vesicolari, disposti in serie gli uni dopo gli altri,“ p. 75. Es ist dies aber ein Ausspruch aus der Kindheit der mikroskopischen Anatomie, über welchen sich weiter auszulassen überflüssig ist, da er um keinen Schritt weiter führte, als Leeuwenhoeck's Arbeiten und die seiner Nachfolger. Jedoch hatte schon Rolando die Continuität der Elemente der Nervenwurzeln mit denen der weissen Substanz erkannt. Die vorderen Nervenwurzeln hält nämlich Rolando (p. 77, 78) für „una continuazione dei fili, di cui è ordita la tela midollare . .“, also für entsprungen aus der weissen Substanz und für eine Fortsetzung derselben; ihren Uebertritt in die graue kannte Rolando nicht; darauf kommt es hier aber nicht an.

Die Histologie der Nervenprimitivfaser der weissen Substanz des Rückenmarks wurde erst genauer durch Ehrenberg's und nachher durch Valentin's oben erwähnte Arbeiten (l. c. 1836) ermittelt. Insbesondere hatte Valentin mikroskopisch nachgewiesen, dass die Primitivfasern der Nervenwurzeln und diejenigen der weissen Substanz des Rückenmarks in ununterbrochener Continuität mit einander stehen, dass also die Fasern der weissen Substanz eine directe Fortsetzung der Nervenwurzelfasern seien, und dass beide in Bezug auf ihre Textur als identische Gebilde betrachtet werden müssten. Die specielleren hierher gehörigen Angaben werde ich in einem späteren Abschnitte dieses Capitels, bei der Erörterung der Verschmälerung der Nervenprimitivfasern im Rückenmark, mittheilen. Den Ansichten Valentin's stimmten fast alle späteren Forscher bei. R. Wagner [57]) behauptet, „dass der grösste Theil der weissen oder Markfasern des Gehirns und Rückenmarks aus doppelt contourirten Commissuren-Fasern gebildet wird, welche sehr entfernte Ganglienzellen mit einander verbinden, und welche den peripherischen Nervenfasern ganz gleich gebaut sind; R. Wagner unterscheidet von diesen die „grauen Fasern“, welche die nahe zusammen liegenden Ganglienzellen mit einander verbinden, und nicht doppelt contourirt sind. Der erste Theil dieser Ansichten stimmt mit Valentin's Ansichten und meinen eignen überein. Der zweite Theil, die grauen Fasern betreffend, muss insofern als nicht genügend gestützt bezeichnet werden, als die Verbindungsglieder naher Ganglienzellen im Rückenmark nicht als Nervenprimitivfasern betrachtet werden können, und die doppelte Contour an und für sich nicht ein charakteristisches Zeichen einer Nervenprimitivfaser unter allen Umständen bildet. Uebrigens nimmt Wagner die „grauen Fasern“ auch nicht als Elemente der weissen Substanz an. Für meinen vorliegenden Zweck genügt es daher, R. Wagner's Meinung, dass die Textur der Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarks-Substanz mit derjenigen der peripherischen Nervenprimitivfasern identisch sei, als übereinstimmend mit den Beobachtungen Valentin's u. A., und mit meinen eigenen im Einklang stehend, zu bezeichnen.

Auch Kölliker's Ansicht über die Textur der Primitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks ist mit obigen Ansichten übereinstimmend. Kölliker sagt: „Die (Längs- und Quer-) Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks . . . zeigen die allgemeinen Charaktere der centralen Nervenröhren, d. h. Zartheit der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke, die entweder aus allen ihren Theilen oder aus der Axenfaser oder aus der Markscheide bestehen“ [58]). Auch an andern Stellen seiner verschiedenen Schriften spricht sich Kölliker hiermit übereinstimmend aus. So sagt er: „Die weisse Substanz, das sog. weisse Mark oder die Markmasse vom Rückenmark und Gehirn (und die Nerven) . . . besteht wesentlich aus bündelweise zusammengefassten oder sich durchflechtenden Nervenröhren und sie durchziehenden Blutgefässen, zu denen bei den peripherischen Nerven noch besondere Hüllen von Bindegewebe, das sog. Neurilem, hinzukommt“ [59]).

[57]) R. Wagner, Neurolog. Untersuchungen 1854, p. 194.
[58]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. l. c. p. 412. Gewebelehre. 1. Aufl. p. 275. 2. Aufl. p. 293.
[59]) Kölliker, Gewebelehre. 1. Aufl. 1852. p. 70. 2. Aufl. 1854 p. 92.

Es scheint mir überflüssig, die Ansichten der verschiedenen Forscher über die Textur der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz hier alle einzeln aufführen zu wollen, da sie im Ganzen nicht von einander abweichen. Nur wenige Bemerkungen anderer Anatomen will ich daher noch anfügen, in so fern solche nicht mit dem Ergebniss meiner Beobachtungen übereinstimmen.

Nach Lenhossék sollen die Primitivfasern der weissen Substanz sich im Wesentlichen von jenen der Nervenwurzeln durch grössere Feinheit unterscheiden (l. c. p. 16). Diese Angabe kann aus dem Grunde nicht als zulässig betrachtet werden, weil man in der weissen Substanz des Rückenmarks aller Thierklassen solche Nervenprimitivfasern findet, welche denen der Nervenwurzeln nicht blos an Dicke gleich sind, sondern solche noch übertreffen. Ich brauche nicht an die colossalen Nervenprimitivfasern im Rückenmark von Petromyzon und Malapterurus zu erinnern. Man braucht nur einen passenden Querabschnitt aus dem Menschen- oder Kalbs-Rückenmark zu untersuchen, und die darin vorkommenden Querdurchschnittsflächen der verschiedenen Nervenprimitivfasern in Bezug auf ihre Dimensionen mit denen der Nervenwurzeln zu vergleichen, so wird man alsbald finden, dass auf die Dimensionen beider kein Unterschied begründet werden kann.

Die Ansichten Metzler's über die Elemente der weissen Substanz im Rückenmark der Vögel bedürfen wohl auch noch der Erwähnung, indem er zwei Gattungen von Fasern im Rückenmark annimmt: 1) „nudi axis cylindri", und 2) „fibrae medullam continentes"[60]). In Bezug auf die letztere Gattung theilt Metzler die Ansichten der übrigen Forscher. In Betreff der ersteren Gattung muss ich — nach dem Ergebnisse meiner eigenen Beobachtungen — die Existenz nackter Axencylinder läugnen. Die Axencylinder kommen nur scheinbar so ganz isolirt vor, wie Metzler, und mit ihm Bidder und dessen andere Schüler (Owsjannikow, Kupffer) angenommen haben. Nur ungenügende Präparate und ungenügende Vergrösserungen der Mikroskope lassen die Axencylinder nackt erscheinen, d. h. ohne Verbindung mit einem Netze feinster Elementar-Röhrchen (dem sogenannten Nervenmark), und ohne Verbindung mit den nächstbenachbarten Theilen, wie ich sogleich, bei weiterer Prüfung der neuesten Ansichten Bidder's und Kupffer's näher besprechen will.

Diese neuesten Ansichten Bidder's und Kupffer's über die histologische Beschaffenheit der Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks sind grösstentheils bereits oben, p. 746, ff., bei der historischen Besprechung der Elemente des Nervenmarks u. s. w., auseinandergesetzt worden. Es ging daraus hervor, dass er alle Fasern der weissen Substanz für Axencylinder hält, die in ein Lager von Bindegewebe eingebettet sind, und dass er eine besondere Hülle (und ein besonderes sogenanntes Nervenmark) für jede einzelne Nervenprimitivfaser läugnet. Bidder und Kupffer halten sich zu dieser Annahme aber auch durch die, an Querdurchschnittsflächen des Rückenmarks erlangten, Resultate der mikroskopischen Untersuchung berechtigt; und das, was die Verfasser hierüber vorbringen, möge hier Gegenstand unserer Prüfung sein. Die Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern in (durch Chromsäure gehärteten) Rückenmarken (weisser Substanz) bezeichnet nämlich Bidder und Kupffer[61]) als „tiefdunkle Ringe, mit einer gewöhnlich hellen, mitunter aber auch getrübten oder selbst gelblich gefärbten, Mitte." Diese Angabe beruht theils auf der Identificirung der Nervenprimitivfaser mit dem Axencylinder, theils nur auf der Anwendung zu schwacher Vergrösserungen (300 linear). Hätte Bidder und Kupffer feine Querabschnitte des Rückenmarks bei 7- bis 900-facher Vergrösserung untersucht, so würden sie nicht „Ringe" gefunden haben. Diese Ringe sollen in Lücken der die weisse Substanz durchziehenden Bindesubstanz eingelagert sein, Lücken, deren Begränzung „mitunter von einer einfachen dunklen Kreislinie angezeigt"

[60]) Metzler, 1855, l. c. p. 54.
[61]) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 37.

werden, „die jene Ringe entweder vollständig oder wenigstens zum Theil umgiebt" (p. 38). Nicht selten fallen „die Ringe aus den betreffenden Lücken heraus" (am Rande feiner Abschnitte) „und die erwähnte Ausfüllungsmasse hat dann ein honigwabähnliches Ansehn, mit theils ringsum geschlossenen kreisrunden oder oblongen, theils und namentlich am Schnittrande halbkreisförmigen und gegen diesen Rand geöffneten Abtheilungen."

In dieser Beschreibung theilt Bidder und Kupffer ein genügendes und schlagendes Material gegen seine Ansicht von der „Ausfüllungsmasse" mit. Die dunklen Ringe sind die Axencylinder der Nervenprimitivfasern, die allerdings an feinen Querabschnitten oft während der Präparation losgerissen werden und anscheinend „herausfallen." Verbindungen dieser „Ringe" kannte Bidder und Kupffer nicht; hätte er 700-fache Vergrösserungen gebraucht, so würde er solche gefunden haben. Die „Ausfüllungsmasse" ist aber das sogenannte Nervenmark und die Hülle der Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarks-Substanz. Und dass diese nicht eine schwammartige Masse durch das ganze Rückenmark bilden, sondern speciell zu jedem von ihnen umgebenen Axencylinder in besonderer Beziehung stehen, das zeigt ein jeder feiner Längsabschnitt aus der weissen Rückenmarks-Substanz zur Genüge. Hier sieht man oft genug ganz isolirte Nervenprimitivfasern, oder viele massenweise parallel neben einander, oder sich verschiedenartig kreuzend; bei allen diesen aber gewahrt man, um jede einzelne, das sogenannte Mark (wenn auch nicht deutlich die Hülle einer jeden) von dem Marke der benachbarten Nervenprimitivfasern auf das Entschiedenste an den meisten Stellen so gesondert, dass man zugestehen muss, Mark und Axencylinder jeder betreffenden Faser seien zusammengehörige Theile, wenngleich sie mit den benachbarten durch feine Fortsätze (Elementarröhrchen) vielfach in Verbindung stehen.

Wollte man mit Bidder und Kupffer annehmen, dass das bisher als Nervenmark, resp. Markscheide und Hülle, geltende Gewebe der Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarks-Substanz als Bindegewebe betrachtet werden müsse, alsdann wäre die ganze weisse Substanz des Rückenmarks mindestens zu $^5/_6$ aus Bindegewebe zusammengesetzt. Da nun im übrigen Rückenmark überall, wo mit einiger Wahrscheinlichkeit Bindegewebe-Substanz als vorwiegend vermuthet werden kann, die graue Farbe des Gewebes auffällt, so wäre es unbegreiflich, wie die weisse Rückenmarks-Substanz ihre so auffallend von der grauen abweichende Farbe erlangt.

2. Die Dimensionen der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen betreffend.

Nur wenige Mittheilungen meiner Vorgänger bleiben hier zu erwähnen. Die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz messen nach Arnold[62]) $^1/_{450}$''' bis $^1/_{500}$''', was nur zum Theil richtig ist. Arnold erkannte nicht, dass die meisten Nervenprimitivfasern dicker sind. Kölliker[63]) nimmt die Dimension der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz (Vorderstränge) im Mittel zu 0,002'''—0,004''' an. Diese Angabe bezieht sich auf das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Ich habe bereits oben, pag. 679 u. ff., auseinandergesetzt, dass ich hier mit Kölliker nicht übereinstimmen kann; und die Messungen, welche ich in dem vorhergehenden Abschnitte mitgetheilt habe, weisen genügend darauf hin, dass Kölliker den Durchmesser der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz zu gering angiebt. Ich finde darin nicht blos Nervenprimitivfasern von 0,01''', sondern von noch grösserer Dimension. — Ueber die Dimensionen der Axenfasern oder Axencylinder sagt Kölliker „Der Axencylinder entspricht in seiner Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Dritttheil des Durchmessers

[62]) Arnold, Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks, etc. Zürich 1838. 8. p. 13.
[63]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850 l. c.; Gewebelehre, 1. Aufl. p. 279, 280; 2. Aufl. p. 296.

der Nervenfaser . ." [64]), er ist „je nach den Durchmessern der Nervenfasern bald dicker, bald dünner" [65]). Dass meine Erfahrungen hiermit im Ganzen übereinstimmen, geht aus den oben (p. 836, ff.) gemachten Mittheilungen hervor.

Die Durchmesser der Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarks-Substanz (auf Quer-Abschnitten) bezeichnet Bidder und Kupffer (p. 37) „als keine besonderen Unterschiede darbietend", was ungenau ist; die Unterschiede (s. o. p. 836) sind bedeutend genug. Dass in der weissen Rückenmarkssubstanz „die gegen den äusseren Umfang des Rückenmarks gelegenen Ringe (Nervenprimitivfasern) grösser genannt werden dürfen, als die gegen die graue Substanz gerichteten", behaupten Bidder und Kupffer (p. 37) nicht ganz mit Recht. Denn auch in den tiefsten Schichten der weissen Substanz findet man Nervenprimitivfasern von den grössten Dimensionen häufig genug.

Die Dicke der Nervenprimitivfasern hängt, nach Jacubowitsch [66]), „von dem Bindegewebe ab, in welches der von den resp. Nervenzellen entsprungene Axencylinder eingerollt wird, und von der Nervenmasse, welche zwischen diesen Spiralen liegt. Ich werde an späterem Orte auf die speciellen Maasse, welche Jacubowitsch für die verschiedenen Nervenprimitivfasern der verschiedenen Stränge des Rückenmarks angiebt, genauer zurückkommen. Daher ich vorerst nur bemerke, dass Jacubowitsch die Elementarröhrchen des Nervenmarks mit Bindegewebe identificirt, eine Ansicht, deren Unstatthaftigkeit ich oben (p. 746) nachgewiesen zu haben glaube. Dass demnach die genannte Ansicht über die Dimensionen der Nervenprimitivfasern, welche Jacubowitsch ausgesprochen, nicht zulässig sein dürfte, folgt daraus von selbst. Di Durchmesser der Axencylinder (mit Ausnahme der Petromyzen) geben Bidder und Kupffer (1857. p. 26) von 0,00012" bis 0,0004" par. an. Ich muss, nach meinen Erfahrungen, die Dicke der Axencylinder bei Säugethieren bis zu 0,00027" (= $^1/_{300}$''') und bei Fischen selbst bis zu 0,0008" = $^1/_{100}$''' annehmen.

Bei den Fischen fand Owsjannikow [67]) die Müller'schen Fasern = 0,0037''' nächst dem Schwanzende, 0,0113''' in der Mitte, und 0,022''' im vorderen (Cervical-) Theil des Rückenmarks. Ich habe bereits oben (p. 836) mitgetheilt, dass ich den Durchmesser dieser Fasern = 0,033''', selbst solche von 0,05''' gefunden habe. Dass solche aber im oberen Rückenmarks-Theile dicker seien, als in der Mitte, kann ich nicht bestätigen. Diejenigen Fasern weisser Substanz, welche Owsjannikow als unmittelbare Fortsätze der Nervenzellen betrachtet (l. c. p. 22) fand er 0,003''' dick. Ich kann auch, nach meinen Erfahrungen, diese Angabe als richtig bezeichnen; jedoch ist sie nicht als ausschliesslich richtig anzusehen. Es giebt feinere und gröbere Fasern, welche von Nervenzellen herkommen.

Bei den Fröschen fand Blattmann (l. c. p. 15) den Durchmesser der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz = 0,002''' bis 0,004'''. Diese Angabe ist nicht genau, und zum Theil unrichtig. Man findet, wie ich oben (p. 836, ff.) gezeigt habe, auch bedeutend dickere Nervenprimitivfasern, bis zu 0,006''', in der weissen Substanz des Frosch-Rückenmarks.

3. Die Dimensionen der Nervenprimitivfasern der einzelnen Stränge betreffend.

1) Hinterstränge. Den Durchmesser der Nervenprimitivfasern in den weissen Hinter- (und Seiten-) Strängen des Menschen-Rückenmarks fand Kölliker [68]) = 0,0012''' bis 0,004'''; ich fand solche bis $^1/_{100}$''', selbst bis $^1/_{75}$'''. Die Elemente der weissen Hinterstränge sollen, nach Jacubowitsch, (1857, p. 13) „durchweg aus sehr feinen Nervenfasern bestehen, welche nur undeutlich in

[64]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854. p. 283.
[65]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 265.
[66]) Jacubowitsch, 1857, l. c. [67]) Owsjannikow, 1854, l. c. p. 21 u. ff.
[68]) Kölliker, Mikrosk. Anat. 1850. l. c. pag. 422.

wohlgesonderte, durch Bindegewebe abgeschlossene, Bündel gruppirt erscheinen, und . . sowohl das verkittende Bindegewebe, als das die einzelnen Nervenfasern umgebende . . soll in viel geringerer Mächtigkeit vorhanden sein, als im Bereich der vorderen und seitlichen Stränge." Meine Erfahrungen stimmen hiermit nicht überein; man findet häufig genug das Gegentheil dessen, was Jacubowitsch anführt. Ein Blick auf einen guten, hinreichend feinen Querabschnitt aus dem Rückenmarke des Menschen oder des Kalbes zeigt, wie ich oben (p. 836) nach vielen wiederholten Messungen gefunden, auch in den Hintersträngen Nervenprimitivfasern von den grössten Dimensionen.

2) Vorderstränge. Die Mittheilungen meiner Vorgänger in Bezug auf die Dimensionen der Nervenprimitivfasern der weissen Vorderstränge sind nur spärlich. Kölliker[69]) giebt den Durchmesser der einzelnen Nervenprimitivfasern an = 0,002''' bis 0,004''' im Mittel. Nach dem Resultate meiner oben (p. 836, ff.) mitgetheilten Messungen, die mir nicht selten Fasern von 0,01''' im Durchmesser zeigten, muss ich Kölliker's Maassbestimmungen modificiren.

3) Seitenstränge. Kölliker (l. c. 1850. 1852. 1855.) sagt von den Nervenprimitivfasern der Seitenstränge, dass sie, „wo sie horizontal verlaufen, kaum über 0,002''' messen", ausserdem aber sich wie die der Vorderstränge verhalten. Ich finde hier Anlass zu der nämlichen Bemerkung, wie bei den von Kölliker angegebenen Maassen der Nervenprimitivfasern der Vorderstränge.

4) Commissuren. *a.* Vordere Commissur. Kölliker fand [70]) bei Menschen (und Säugethieren) die Durchmesser der Nervenprimitivfasern in dieser Commissur = 0,0012''' und „kaum über 0,003'''." Dieses Maass ist zu niedrig bezeichnet. Es finden sich in der bezeichneten Commissur des Menschen-Rückenmarks Nervenprimitivfasern von 0,006''' bis 0,01''' Durchmesser, wie ich oben (p. 837) angegeben habe. Die übrigen Forscher (Bidder und dessen Schüler, Jacubowitsch) betrachten die Nervenprimitivfasern der vorderen Commissur als aus den Fortsätzen der grossen Nervenzellen gebildet, also bestehend aus Nervenprimitivfasern breiter Gattung; sie geben aber keine Maasse an. In der Commissura anterior des Rückenmarks der Fische (Barbe, Döbel) fand Kölliker [71]) ächte Nervenprimitivfasern von 0,0005''' bis 0,0008'''. Auch hier giebt Kölliker zu geringe Maasse im Allgemeinen, wie aus den speciellen Dimensionsangaben, die ich oben (p. 837) mitgetheilt, hervorgeht. In der Commissura anterior des Frosch-Rückenmarks fand Blattmann (l. c. p. 22) die Nervenprimitivfasern 0,0012''' bis 0,0015''' messend. Kölliker [72]) fand in der Commissura anterior des Frosch-Rückenmarks ebenfalls ächte Nervenprimitivfasern, „die aus den Vordersträngen herauskommen." Er giebt keine Maasse an.

b. Hintere Commissur. Im Rückenmarke des Menschen fand Kölliker[73]) die Nerven-Primitivfasern „in den grauen Commissuren nur 0,0008''' bis 0,0012'''. . ." messend. Auch diese Maasse sind zu niedrig angegeben, wie ich nach dem Ergebnisse meiner oben (p. 837) mitgetheilten Messungen behaupten muss. Jacubowitsch[74]) giebt an, dass die hintere Commissur aus den Ausläufern der von ihm sogenannten Empfindungszellen bestehe, demnach aus den von ihm sogenannten Empfindungs-Nervenfasern (worüber weiter unten genauer). Er führt zwar keine Maassbestimmungen für die Commissurenfasern an; Jacubowitsch irrt aber, wenn er der hinteren Commissur breite Fasern überhaupt abspricht. Im Menschen-, wie im Rückenmark des Kalbes und anderer Säugethiere fand ich hier (s. o. p. 837) Fasern breiter Gattung unzweideutig vor. In der Commissura posterior der Fische (Barbe, Döbel) fand Kölliker 1857 [75]) dunkelrandige Nervenprimitivfasern von 0,0007''' bis 0,0015'''.

[69]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. l. c. p. 419, 420; Gewebelehre, 1. Aufl. p. 279, 280; 2. Aufl. p. 296.
[70]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. l. c. p. 412. Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 279, 280; 2. Aufl. 1855. p. 296.
[71]) Kölliker, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. IX. 1857.
[72]) Kölliker, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie, 1857. Bd. IX.
[73]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. p. 422. Gewebelehre, 1. Aufl. p. 281; 2. Aufl. p. 298.
[74]) Jacubowitsch, 1857, l. c. pag. 3. [75]) Kölliker, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. IX.

Eben so fand Kölliker (ibid.) in der Commissura posterior der Frösche „eine geringere Anzahl feiner Nervenprimitivfasern."

5) Centrale Bahnen der Spinalnerven innerhalb der weissen Substanz. In Betreff der Dimensionen der in den centralen Bahnen der Spinalnerven (innerhalb der weissen Substanz) enthaltenen Nervenprimitivfasern, finde ich bei meinen Vorgängern nur wenige speciellere Mittheilungen. Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, innerhalb der weissen Vorderstränge, messen nach Kölliker[76]) 0,004''' bis 0,008'''. Dies stimmt im Ganzen mit meinen Beobachtungen überein (s. oben p. 838). Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln in den weissen Hintersträngen messen nach Kölliker[77]) 0,004''' bis 0,006'''. Auch diese Angabe stimmt mit meinen Beobachtungen überein (s. oben p. 838).

[76]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 412, 413. Gewebelehre. 1. Aufl. p. 276; 2. Aufl. p. 294.

[77]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 412.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die genuinen nervösen Elemente der grauen Substanz und der verschiedenen grauen Hörner des Rückenmarks im Besondern.

Die graue Substanz des Rückenmarks besteht, ausser den accessorischen Elementen, den Blutgefässen und dem Bindegewebe, wovon später die Rede sein soll, aus Nervenzellen und Nervenprimitivfasern. Welcher Theil von den beiden ebengenannten im Allgemeinen der vorwaltende ist, das lässt sich noch nicht behaupten, und diese Frage selbst ist vielleicht ganz irrelevant. An manchen Stellen der grauen Substanz aber herrschen evident die Nervenzellen über die Nervenprimitivfasern vor; an anderen Stellen ist es umgekehrt.

A. Die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz unterscheiden sich in keiner wesentlichen Beziehung von denen der weissen Substanz; der Hauptunterschied ist der des Verlaufs. Während in der weissen Substanz der Lauf der Faser mehr geradlinig oder in schwachen Curven erscheint, finden wir denselben in der grauen Substanz in der Regel viel complicirter, gewundenener, vielfach aus einer Richtung und Ebene in eine andere, oft ganz entgegengesetzte, übergehend, und ein unentwirrbares Flechtwerk bildend.

Ich habe daher — ausser den (im allgemeinen Theil der die Nervenprimitivfaser behandelnden Beschreibung) schon mitgetheilten Erörterungen — hier nichts mehr hinzuzufügen, als die speciellen Angaben über die Dimensionen der Nervenprimitivfasern in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz.

Die Dimensionen der Nervenprimitivfasern in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz verhalten sich wie folgt:

a. In den Vorderhörnern beim Menschen haben die Nervenprimitivfasern einen Quer-Durchmesser von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$, selten mehr; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$. Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$, selten mehr; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$, selten $^{1}/_{150}'''$; die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{500}'''$. — Bei den Fischen [78]): die Nervenprimitivfasern von $^{1}/_{500}'''$ bis $^{1}/_{100}'''$ und selbst $^{1}/_{75}'''$ (Squalus); die Axencylinder von $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{300}'''$; bei Petromyzon [79]): die

78) Die Schwierigkeit der Messung ist wegen der Durchsichtigkeit der Gebilde und ihrer gegenseitigen vielfachen Verbindung allerdings nicht unbedeutend.

79) Auch hier ist die Schwierigkeit der Messung gross, wegen der nur kurzen Strecken von Nervenprimitivfasern in Continuität, welche sichtbar sind.

Nervenprimitivfasern von 1/750''' bis 1/300''' und 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500''' und 1/300'''. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''' und bis 1/500'''.

b. In den Hinterhörnern bei'm Menschen messen die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/150''', selten bis 1/100'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''' bis 1/500'''. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/100''', selten bis 1/75'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/300'''. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''' bis 1/500'''. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/100''', selbst 1/75''' (Squalus); die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/300'''; bei Petromyzon [80]) die Nerven-Primitivfasern von 1/750''' bis 1/300''', selbst 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500''', resp. 1/300'''. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''', resp. 1/500'''.

c. In der Substantia gelatinosa (Rolando) und Substantia gelatinosa centralis messen beim Menschen: die Nervenprimitivfasern von 1/750''', resp. 1/500''' bis 1/150''', selbst 1/100'''; die Axencylinder von grösster Feinheit, resp. 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Säugethieren: die Nerven-Primitivfasern von 1/750''' bis 1/100'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von 1/750''' bis 1/500''' bis 1/300''' und 1/150''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Fischen [81]): die Nervenprimitivfasern von 1/750''', resp. 1/500''' bis 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''; bei Petromyzon ist die die grauen Hinterhörner bildende Substanz so gering an Flächeninhalt, dass eine besondere Substantia gelatinosa nicht füglich unterschieden werden kann. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von 1/750''' bis 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''.

d. In den centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der grauen Vorderhörner messen bei'm Menschen die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''' bis 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''' bis 1/500'''. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/150''' bis 1/100'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Vögeln: die Nerven-Primitivfasern von 1/500''' bis 1/300''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''', selten 1/500'''. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von 1/750''', resp. 1/500''', häufig bis 1/300''', selbst 1/100''' (selten, Squalus); die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500''', selbst 1/300'''. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von 1/500''', resp. 1/750''' bis 1/300'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/750''' und 1/500'''.

e. In den centralen hinteren Nervenbahnen innerhalb der grauen Hinterhörner messen beim Menschen die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''' (häufig), selten 1/150''' und mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Säugethieren: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/150''', selten mehr; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Vögeln: die Nervenprimitivfasern von 1/500''' bis 1/300''', resp. 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Fischen: die Nervenprimitivfasern von 1/750''', resp. 1/500''' bis 1/150''' (Squalus); die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''. — Bei den Amphibien: die Nervenprimitivfasern von 1/750''' bis 1/150'''; die Axencylinder von 1/1500''' bis 1/500'''.

[80]) Die grauen Hinterhörner sind nicht als so deutlich ausgeprägte, resp. abgegränzte Theile vorhanden, wie bei Squalus z. B. Indess findet sich doch ein, dem grauen Hinterhorn der übrigen Thiere analoger, Theil der grauen Substanz auch bei Petromyzon, wie später gezeigt werden wird.

[81]) Da die Farbe und anderweite materielle Beschaffenheit der gelatinösen Substanz bei Fischen und Amphibien nicht so in die Augen fällt, wie bei Säugethieren und Vögeln, sondern der übrigen grauen Substanz mehr gleich erscheint, so sind hier die analogen Localitäten gemeint, an denen bei Säugethieren die gelatinöse Substanz vorkommt. Bei Squalus ist die gelatinöse Substanz deutlich vorhanden, obwohl sie eine nicht so compacte Masse bildet, wie bei Vögeln und Säugern. Sie bildet zerstreute kleine Massen in den weissen Hintersträngen.

B. Die Nervenzellen der grauen Substanz. In der allgemeinen Beschreibung der Nervenzellen ist bereits Alles mitgetheilt worden, was ich über die Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen zu sagen habe. Es bleiben mir hier deshalb nur die speciellen Angaben in Betreff einiger morphologischen Verhältnisse der Nervenzellen in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz, über die Dimensionen der Nervenzellen und ihrer einzelnen Theile an den verschiedenen Stellen der grauen Substanzen, insbesondere namentlich in Bezug auf deren Form, die Zahl der Fortsätze, des Verlaufs der letzteren, und ihre Theilung mitzutheilen übrig.

1) Die Dimensionen der Nervenzellen in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz verhalten sich wie folgt:

a. In den Vorderhörnern finden wir:

bei Menschen Nervenzellen, deren grösste Dimension von $^8/_{1500}'''$ bis $^1/_{20}'''$ wechselt, also Nervenzellen von 0,005''' bis 0,05''' im Durchmesser. Die sogenannten multipolaren grossen Nervenzellen wechseln von 0,03''' bis 0,05'''. Die Nuclei zeigen, je nach den Grösse der Nervenzellen, einen verschiedenen Durchmesser, $^4/_{1500}'''$ bis $^8/_{1500}'''$ = 0,001'''—0,003''', selten 0,005''' bei den kleinen Nervenzellen. Die Nuclei der sogenannten multipolaren grossen Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$ = 0,006''' bis 0,013'''. Die Nucleoli der kleinen Nervenzellen messen $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ = 0,0006''' bis 0,0013'''. Diejenigen der sogenannten multipolaren grossen Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{300}'''$ = 0,003'''. Die Fortsätze der Nervenzellen wechseln von den feinsten Dimensionen, welche kaum eine Messung gestatten, bis zu den grossen, also von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{100}'''$ (= 0,0006''' bis 0,01'''), im Querdurchmesser (Dicke). Ihre Länge ist eben so verschieden; Fortsätze von $^1/_{10}'''$ Länge sind sehr häufig, und kürzere in den verschiedensten Dimensionen zahlreich genug.

Die nämlichen Verhältnisse findet man bei Säugethieren. Die sogenannten grossen multipolaren Nervenzellen messen z. B. bei'm Kalbe $^1/_{60}'''$ bis $^1/_{20}'''$ (= 0,016''' bis 0,050'''). Die kleineren Nervenzellen messen $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$ (= 0,010''' bis 0,013'''. Die Nuclei der grossen multipolaren Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{100}'''$ (0,010'''); diejenigen der kleinen Nervenzellen haben meist einen Durchmesser von $^1/_{150}'''$ (0,006'''). Selten sind die ersteren grösser. Doch fand ich solche von $^7/_{300}'''$ (= 0,023''') im Durchmesser. Die Nucleoli der grossen multipolaren Nervenzellen zeigen in der Regel einen Durchmesser von $^1/_{300}'''$ (0,003'''), in seltenen Fällen findet man sie grösser; so sah ich im Kalbs-Rückenmark Nucleoli von $^1/_{100}'''$ Durchmesser. Diejenigen der kleinen Nervenzellen messen $^1/_{1500}'''$, bis $^1/_{750}'''$ (0,0006''' bis 0,0013'''). Die Fortsätze verhalten sich ganz wie im Menschen-Rückenmark.

Bei den Vögeln messen die grossen multipolaren Nervenzellen $^1/_{50}'''$ bis $^1/_{20}'''$ (letztere Dimensionen erscheinen selten, häufiger die von $^1/_{30}'''$). Andere Nervenzellen, die kleinsten, messen $^1/_{100}'''$. Die Nuclei der grossen multipolaren Nervenzellen haben in der Regel einen Durchmesser von $^1/_{100}'''$, die der kleinen Nervenzellen $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nucleoli der grossen multipolaren Nervenzellen messen $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, nicht selten $^6/_{1500}'''$ (= 0,004'''). Die der kleinen Nervenzellen haben einen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ an bis $^1/_{300}'''$. Die Fortsätze verhalten sich im Ganzen eben so, wie bei'm Menschen-Rückenmark angegeben worden ist.

Bei den Fischen finden sich Nervenzellen von eben so verschiedenen, ja selbst noch auffallender verschiedenen Dimensionen, wie bei den Säugethieren. So finden wir bei Petromyzon in den grauen Vorderhörnern Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ oder $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{15}'''$ im grössten Durchmesser, die sogenannten spindelförmigen Zellen. In der Mehrzahl der Fälle messen diese Nervenzellen $^1/_{20}'''$ bis $^1/_{40}'''$, wobei aber zu beachten ist, dass man diese Zellen nur verstümmelt in den Segmenten zu Gesicht bekommt. Bei Squalus erscheinen an genannten Stellen Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ im Durchmesser (rundliche) bis $^1/_{12}'''$ im grössten Durchmesser (multipolare Nervenzellen, mit sehr gestrecktem, sternförmigen, Parenchym). Bei der Lachsforelle fand ich den grössten Durchmesser der (nur ganz vereinzelt vorkommenden) Nervenzellen von $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{25}'''$ bis $^1/_{23}'''$; bei Torpedo von $^1/_{40}'''$ bis $^1/_{30}'''$ (in der Form

ähnlich den Nervenzellen von Squalus) mit gestreckt laufenden Fortsätzen, so dass die Nervenzellen oft räucherkerzenförmig aussehen. Die Nuclei der Nervenzellen zeigen sehr verschiedene Grösse. Bei Petromyzon sieht man Nuclei von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{50}'''$ im Durchmesser, je nach der Grösse der sie umschliessenden Nervenzellen. Bei Squalus fand ich Nuclei von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{70}'''$ im Durchmesser. Bei der Lachsforelle messen die Nuclei meist $^1/_{150}'''$; eben so bei Torpedo. Die Nucleoli in den Nervenzellen bei Petromyzon wechseln von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ selbst $^1/_{250}'''$; bei Squalus von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$; bei der Lachsforelle meist $^1/_{500}'''$, selten $^1/_{300}'''$; bei Torpedo in der Regel $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$. Die Fortsätze dieser Nervenzellen verhalten sich im Ganzen eben so, wie von denen der übrigen bereits angegeben worden ist. Besonders lange Fortsätze sieht man in dem Rückenmark des Squalus; eben so bei Torpedo, wo sie nicht selten in einer Länge erscheinen, die die Länge der Nervenzellen um das 2—3-fache übertrifft. Die Dicke (Breite) der Fortsätze variirt eben so, wie bei den andern Thierklassen.

Bei Amphibien (Fröschen) finden sich Nervenzellen von $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{25}'''$ im Durchmesser. Die sogenannten multipolaren Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{37}'''$ bis $^1/_{33}'''$ im grössten Durchmesser (Länge) und $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$ im schmäleren; selten finden sich Dimensionen von $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{25}'''$ an diesen Nervenzellen (= 0,026''' bis 0,030'''; selten 0,033''' bis 0,040'''). Die Nuclei, meistens oval oder rund, messen $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nuclei der sogenannten multipolaren Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{150}'''$, selten $^1/_{100}'''$ (jedoch oft genug zu beobachten). Die Nucleoli zeigen einen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, selten $^4/_{1500}'''$. Die Nucleoli der sogenannten multipolaren grossen Nervenzellen messen in der Regel $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$. Die grossen Fortsätze verhalten sich wie bei den Nervenzellen der vorher genannten Thierklassen.

b. In den Hinterhörnern finden wir Nervenzellen von der verschiedensten Grösse, wie in den grauen Vorderhörnern.

Beim Menschen: Nervenzellen von $^1/_{60}'''$ bis $^1/_{20}'''$ bis $^1/_{16}'''$ im grössten Durchmesser. Doch sind die kleineren Nervenzellen vorherrschend, während in den Vorderhörnern die grossen Nervenzellen vorherrschend auftreten. In manchen Provinzen des Rückenmarks findet man, z. B. Mitte der Lendenanschwellung, auf Querabschnitten nicht eine einzige Nervenzelle von mehr als $^1/_{50}'''$ oder $^1/_{60}'''$ im Durchmesser; in andern aber die grössern von $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{20}'''$ nur ganz vereinzelt. Am häufigsten sind die grossen Nervenzellen der grauen Hinterhörner in den Dorsalkernen zu finden. Hier messen einzelne $^1/_{16}'''$ und mehr im grössten Durchmesser, ohne die Fortsätze, wie sich von selbst versteht. Die Nuclei haben einen Durchmesser von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{75}'''$. Die Nucleoli variiren von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, je nach der Grösse der Nervenzellen. Die Fortsätze verhalten sich wie in den grauen Vorderhörnern.

Bei den Säugethieren sind Nervenzellen von den verschiedensten Grössen, wie bei'm Menschen, sichtbar; die kleineren vorherrschend, die grösseren eben so wie in den grauen Vorderhörnern, und durch nichts von diesen verschieden. So finden sich vereinzelte grosse Nervenzellen in den grauen Hinterhörnern von $^1/_{18}'''$ bis $^1/_{16}'''$ im grössten Durchmesser; in den Dorsalkernen finden sich dieselben (mit kleineren vermischt) haufenweise vor. Die Nuclei und Nucleoli verhalten sich in allen diesen Nervenzellen wie in denen des Menschen-Rückenmarks, resp. in den grauen Vorderhörnern. Ebenso die Fortsätze dieser Nervenzellen.

Bei den Vögeln finden sich Nervenzellen der verschiedensten Grössen, von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{20}'''$; die grossen multipolaren Nervenzellen finden sich nur ganz vereinzelt, oder zu 3—4 in einem kleinen Haufen (Dorsalkern); man wird aber selten einen Querabschnitt finden, in dem nicht eine oder mehrere Nervenzellen von $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{20}'''$ im grössten Durchmesser sichtbar würden. Im Rückenmark des Puters z. B. finden sich ziemlich in der Mitte der grauen Hinterhörner solche Nervenzellen, die den multipolaren grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner ganz und gar gleich sind, von $^1/_{25}'''$ bis $^1/_{20}'''$ im grössten Durchmesser. Die Nuclei dieser und andrer Nervenzellen messen $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$, selten $^1/_{100}'''$.

Die Nucleoli haben einen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, selten bis $^1/_{300}'''$. Die Fortsätze der Nervenzellen verhalten sich wie in den grauen Vorderhörnern.

Bei den Fischen finden sich Nervenzellen der verschiedensten Grösse; bei Squalus erscheinen solche von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{30}'''$ im grössten Durchmesser. Bei Petromyzon sieht man die sogenannten bipolaren Nervenzellen von $^1/_{20}'''$ bis $^1/_{15}'''$ im Durchmesser, gewöhnlich nur eine in einem Querabschnitt, selten zwei (eine in jeder Seitenhälfte), noch häufiger gar keine (weil diese Nervenzellen ziemlich weit von einander gelagert sind). Die grauen Hinterhörner sind gewissermaassen nur durch diese Nervenzellen bei Petromyzon repräsentirt (s. u.). Bei Torpedo finden sich in den ziemlich auffallend ausgeprägten (aus mehreren Gruppen grauer Substanz, ähnlich wie bei'm Squalus, gebildeten) grauen Hinterhörnern Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{50}'''$ im Durchmesser, selten grösser. Bei der Lachsforelle erscheinen in den sehr wenig ausgebildeten (nur als geringe Massen grauer Substanz zwischen den Fasern der Hinterstränge eingestreut auftretend) grauen Hinterhörnern Nervenzellen von $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$ im grössten Durchmesser. Die Nuclei variiren je nach der Grösse der sie umschliessenden Zellen. Bei Petromyzon messen sie nicht selten $^1/_{33}'''$. Bei Squalus $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Bei Torpedo $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$. Bei der Lachsforelle $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$. Die Nucleoli haben einen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, je nach der Grösse der Nervenzellen (z. B. bei Petromyzon). Die Fortsätze verhalten sich wie bei den Nervenzellen des grauen Vorderhorns; doch sieht man so ausgeprägte multipolare Nervenzellen mit den gestreckten langen Fortsätzen bei Torpedo, Squalus und der Lachsforelle keineswegs, wie solche in den Vorderhörnern erscheinen. Die Fortsätze sind durchsichtiger.

Bei den Amphibien (Fröschen) sieht man Nervenzellen von $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{33}'''$ im Durchmesser; in seltenen Fällen findet man einzelne grössere Nervenzellen, welche von den grössten sogenannten multipolaren Nervenzellen der grauen Vorderhörner sich durchaus nicht unterscheiden. In der Regel erscheinen die mittelgrossen und kleineren Nervenzellen. Die Nuclei haben einen Durchmesser von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$, selten $^1/_{100}'''$. Der Durchmesser der Nucleoli wechselt von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$, selten bis $^1/_{500}'''$.

c. In der Substantia gelatinosa Rolando finden sich bei'm Menschen Nervenzellen von $^1/_{300}'''$ resp. $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{15}'''$ im grössten Durchmesser. Diese letztgenannten grossen Nervenzellen (vergl. oben p. 185) sind zwar nur vereinzelt, und man könnte sie deshalb von den Elementen der gelatinösen Substanz ausschliessen wollen. Die Hauptmasse der Substantia gelatinosa besteht aus kleineren Nervenzellen. Die grössten sind meist nur $^1/_{60}'''$ breit, selten breiter (sogenannte bipolare). Die Mehrzahl der Nervenzellen misst $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$, seltener $^1/_{50}'''$. Die Nuclei der grössten (bipolaren, richtiger multipolaren) Nervenzellen sind $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$ im grössten Durchmesser lang, wenn sie oval sind, wie häufig, und $^1/_{300}'''$ breit. Die Nuclei der kleineren Nervenzellen messen $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$; sie sind meist rund. Die Nucleoli haben, je nach der Grösse der sie umschliessenden Nervenzellen, einen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$. Die Fortsätze der Nervenzellen verhalten sich in Betreff der Dimensionen wie an den Nervenzellen der grauen Vorderhörner.

Bei den Säugethieren findet man Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{30}'''$ und selbst $^1/_{25}'''$, selten bis $^1/_{15}'''$ im grössten Durchmesser. Die Mehrzahl misst $^1/_{60}'''$ bis $^1/_{40}'''$. Die grösseren (sogenannten bipolaren oder multipolaren) kommen ganz vereinzelt zwischen den kleineren vor, welche letztere die Hauptmasse der gelatinösen Substanz bilden, wie im Menschen-Rückenmarke. Die Nuclei der Nervenzellen zeigen einen verschiedenen Durchmesser, von $^1/_{500}'''$ an bis $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{150}'''$ und $^1/_{100}'''$, selten $^1/_{75}'''$, je nach der Grösse der sie umschliessenden Nervenzellen. Die Nucleoli zeigen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, ebenfalls je nach der Grösse der Nuclei. Die Fortsätze verhalten sich wie an den Nervenzellen der Vorderhörner.

Bei den Vögeln erscheinen in der gelatinösen Substanz Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ an bis zu $^1/_{30}'''$, selten grössere. Die Hauptmasse der gelatinösen Substanz wird aus den kleineren Nerven-

zellen von $^1/_{60}'''$ bis $^1/_{40}'''$ im grössten Durchmesser zusammengesetzt. Die grösseren (bipolaren, tripolaren, multipolaren) finden sich, wie bei Menschen und Säugethieren, nur ganz vereinzelt darin vor. Die Nuclei der betreffenden Zellen haben einen wechselnden Durchmesser von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$, je nach der Grösse der ihnen zugehörigen Zelle. Die Nucleoli zeigen gleichfalls einen verschiedenen Durchmesser von $^1/_{1500}'''$ an bis zu $^1/_{500}'''$. Die Fortsätze verhalten sich wie an den Nervenzellen in den Vorderhörnern.

Bei den Fischen, in welchen die Substantia gelatinosa sich vorfindet, oder ein ihr analoger Theil grauer Substanz, wie bei'm Haifisch und Zitterrochen z. B., erscheinen in derselben (bei Squalus) Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{50}'''$ im Durchmesser; bei Torpedo ebenfalls Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{50}'''$ im grössten Durchmesser. Die Nuclei variiren von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nucleoli von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$, je nach der Grösse der ihnen zugehörigen Nervenzellen. Die Fortsätze verhalten sich wie bei den Nervenzellen des grauen Hinterhorns. Bei der Lachsforelle ist in der an und für sich sehr geringen Masse, welche das graue Hinterhorn constituirt, kein besonderer Theil wahrzunehmen, welcher als der Substantia gelatinosa (Rolando) analog bezeichnet werden könnte; man müsste denn die hintersten Portionen des grauen Hinterhorns als solche annehmen wollen. Hier verhalten sich aber die Nervenzellen, wie oben (p. 849) bereits gesagt worden ist. Bei Petromyzon ist es, wenn nicht noch schwieriger, doch mindestens eben so schwierig, wie bei der Lachsforelle, einen der Substantia gelatinosa (Rolando) entsprechenden Theil aufzufinden.

Auch bei den Amphibien (Fröschen) findet sich kein Theil der grauen Hinterhörner, welcher sich als Substantia gelatinosa (Rolando) in der Weise wie bei den Säugethieren und Vögeln von der übrigen grauen Substanz der Hinterhörner auszeichnete, resp. scharf absonderte. Was als Analogon der Substantia gelatinosa (Rolando) bei den Fröschen angesehen werden könnte, ich meine den hintern Rand der grauen Hinterhörner, zeigt eben solche Nervenzellen wie die übrige Substanz der genannten Hörner.

d. In der Substantia gelatinosa centralis.

Ueber die Dimensions-Verhältnisse der Nervenzellen in der Substantia gelatinosa centralis im Menschen- und Säugethier-Rückenmarke sind oben, p. 35, bereits Mittheilungen gemacht worden.

Bei den Vögeln finden sich in der Substantia gelatinosa centralis Nervenzellen von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{100}'''$ im grössten Durchmesser. Die Nuclei messen meist $^1/_{500}'''$ bis $^4/_{1500}'''$, selten $^1/_{300}'''$. Die Nucleoli $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$.

Bei den Fischen finden sich im Ganzen die nämlichen Verhältnisse. Bei Squalus erscheinen Nervenzellen von $^1/_{150}'''$, selten $^1/_{100}'''$ im Durchmesser. Die Nuclei in der Regel von $^1/_{300}'''$, selten etwas kleiner oder grösser; Nucleoli von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ im Durchmesser. Ebenso bei Torpedo. Bei Petromyzon finden sich Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ Durchmesser in der Regel, bald etwas grösser oder kleiner; Nuclei von $^1/_{300}'''$ im Durchmesser; Nucleoli von $^1/_{1500}'''$. Bei der Lachsforelle hat der Durchmesser der Nervenzellen $^1/_{250}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nuclei in der Regel $^1/_{500}'''$ bis $^4/_{1500}'''$, selten $^1/_{300}'''$. Die Nucleoli haben $^1/_{1500}'''$ im Durchmesser.

Bei den Amphibien (Fröschen) finden wir Nervenzellen von $^1/_{300}'''$ bis $^1/_{60}'''$ im Durchmesser. Die Nuclei messen in der Regel $^1/_{300}'''$, doch finden sich solche von $^4/_{1500}'''$ bis $^8/_{1500}'''$. Die Nucleoli zeigen $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ im Durchmesser.

e. Die (Nerven-) Zellen, welche den Centralcanal begränzen.

Alle die von den Nervenzellen der Substantia gelatinosa centralis angegebenen Maassbestimmungen gelten auch von denen, welche die Einfassung des Canalis centralis bilden, und zwar ausnahmslos bei allen Thierklassen.

Anhang. Ueber das Vorkommen vereinzelter Nervenzellen in allen weissen Strängen des Rückenmarks ist bereits oben, pag. 142, 148, 161, 174 u. a. O., gesprochen worden. Es bleibt mir

hier nur die Angabe der Dimensionen übrig, wie ich solches oben, pag. 835, Note, Eingangs dieses Capitels bemerkt habe.

Im Menschen-Rückenmarke fand ich in den Seitensträngen (sogenannte multipolare) Nervenzellen von $^1/_{50}'''$ bis $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{20}'''$ im Durchmesser. Die Nuclei hatten $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$; die Nucleoli $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$ im Durchmesser. In den weissen Vordersträngen und den weissen Hintersträngen verhalten sich die Nervenzellen eben so.

Bei den Säugethieren (Kalb etc.) finden sich in den Seitensträngen (multipolare) Nervenzellen von $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{15}'''$ im Durchmesser. Die Nuclei zeigen einen Durchmesser von $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nucleoli meist $^1/_{300}'''$, zuweilen $^1/_{500}'''$. In den weissen Vordersträngen messen die Nervenzellen gleichfalls $^1/_{30}'''$ bis $^1/_{15}'''$ im grössten Durchmesser. Die Nuclei in der Regel $^1/_{100}'''$, die Nucleoli $^1/_{300}'''$. Eben so (jedoch seltener vorkommend) in den weissen Hintersträngen.

Bei den Vögeln finde ich in den (weissen) Seitensträngen multipolare Nervenzellen von $^1/_{50}'''$ bis $^1/_{30}'''$, selbst bis $^1/_{20}'''$. Die Nuclei derselben messen $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nucleoli $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$. In den weissen Vordersträngen finden sich multipolare Nervenzellen von den nämlichen Dimensionen, wie in den Seitensträngen oben angegeben worden. Desgleichen (doch viel seltner) in den weissen Hintersträngen.

Bei den Fischen kommen gleichfalls vereinzelte Nervenzellen in den verschiedenen weissen Strängen vor; doch von kleineren Dimensionen; bei Squalus: Nervenzellen von $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$, selten bis $^1/_{50}'''$ im Durchmesser, sowohl in Vorder-, Seiten-, wie Hintersträngen. Die Nuclei dieser Zellen zeigen einen Durchmesser von $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{100}'''$. Die Nucleoli $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{500}'''$. Eben so bei Torpedo. Bei Petromyzon, der Lachsforelle u. a. habe ich Nervenzellen in den weissen Strängen nicht mit absoluter Sicherheit so wie bei andern auffinden können.

Bei Amphibien (Fröschen) finden sich in allen weissen Strängen vereinzelte Nervenzellen vor, und zwar im Ganzen vielleicht zahlreicher als bei den übrigen Thierclassen, doch sind ihre Dimensionen geringer als die der sogenannten multipolaren Nervenzellen grösster Gattung; sie messen $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{50}'''$, selten mehr; ihre Nuclei in der Regel $^1/_{300}'''$ (von $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{150}'''$). Die Nucleoli $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$.

2) Die Form der Nervenzellen ist, im Allgemeinen, in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz des Rückenmarks nicht sehr von einander abweichend, und es lässt sich daher über dieselbe auch im Allgemeinen nichts anderes sagen, als was bereits über die Form der Nervenzellen im Allgemeinen (s. o. p. 776) mitgetheilt worden ist, dass nämlich eine jede Nervenzelle als sphäroidischer Körper anzusehen ist, der bald der Linsen-, Scheiben-, Kugel-, Stern- etc. Form sich mehr oder weniger nähert, und eine grosse Anzahl von Ausläufern besitzt. Apolare Nervenzellen kann ich nicht statuiren. Jedoch will ich einige der am meisten auffallenden Formverschiedenheiten erwähnen, welche man bei Untersuchung der Nervenzellen in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz des Rückenmarks findet.

a. Die vieleckigen, multipolaren, Nervenzellen fallen am meisten in den grauen Vorderhörnern auf, insbesondere bei'm Menschen und den Säugethieren, aber auch bei den Vögeln und bei Fischen (Petromyzon, Squalus, Torpedo u. s. w.), so wie bei Amphibien (Fröschen). Bei den beiden letztgenannten Wirbelthierarten erscheinen dieselben im Ganzen mehr dreieckig (resp. räucherkerzenförmig, tripolar) oder oblong, spindelförmig. Die Abweichung dieser Zellen von der Kugelgestalt ist nur durch die Breite der von ihnen ausgehenden Fortsätze bedingt.

b. Die oblongen Zellen. Sie finden sich in allen Theilen der grauen Substanz vereinzelt vor, am auffallendsten aber in der Substantia gelatinosa (Rolando) bei Menschen und Säugethieren. Ihre Gestalt ist bedingt durch die vorzugsweise nach zwei entgegengesetzten Richtungen von ihnen ausgehenden grossen Fortsätze.

c. Rundliche, kugelförmige, Zellen finden sich im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere an den verschiedensten Stellen der grauen Substanz; am häufigsten findet man sie in den von mir als „Dorsalkerne" bezeichneten Theilen. Bei Petromyzon an analoger Stelle, hinter dem Centralcanal, von auffallender Grösse (die bekannten sogenannten bipolaren Zellen). Die Form dieser Zellen entsteht dadurch, dass das Parenchym der betreffenden Nervenzellen sich nicht allmählich verschmälert, während es in den Nervenzellen-Fortsatz übergeht, sondern mehr plötzlich.

3) Die Anzahl der von den Nervenzellen ausgehenden grossen (dicken oder breiten) Fortsätze. Die feinen Ausläufer der Nervenzellen, welche als Elementarröhrchen zu betrachten sind, kommen hier nicht in Anschlag. Ich rede vielmehr nur von den dicken Fortsätzen der Nervenzellen, welche selbst mit schwachen Vergrösserungen wahrzunehmen sind, und die wenigstens der Dicke eines Axencylinders einer Nervenprimitivfaser gleich kommen, meistens aber dicker sind. Eine jede Nervenzelle besitzt wenigstens einen dicken Fortsatz, die meisten mehr. Ich fand Nervenzellen mit acht dicken Fortsätzen im grauen Vorderhorn des Menschen- und Säugethier-Rückenmarks mit aller Entschiedenheit; Nervenzellen mit sieben, sechs, fünf, vier, drei Fortsätzen sieht man in feinen Längs- oder Querabschnitten aus dem Rückenmark ohne viele Mühe. Doch findet man, — die anatomische Untersuchung mag nun an Längs- oder Querabschnitten geschehen — die Mehrzahl der Nervenzellen mit weniger als sechs, in der Regel mit drei bis fünf Ausläufern versehen. Bei Vögeln fand ich Nervenzellen mit drei bis vier Fortsätzen in der Regel; solche mit fünf und mehr Fortsätzen nur in seltenen Fällen. Bei Fischen sind Nervenzellen mit drei bis fünf Fortsätzen in der Regel leicht aufzufinden, solche mit fünf Fortsätzen sind nicht selten. Aber in manchen, und von mir wiederholt beobachteten Fällen, kommen auch Nervenzellen mit mehr als fünf Fortsätzen vor. Bei Petromyzon z. B. fand ich colossale Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern mit sieben, und mehrmals selbst solche mit neun dicken Fortsätzen. Bei Amphibien (Fröschen) zeigen sich die Nervenzellen in der Regel mit drei bis vier Fortsätzen versehen. Selten sieht man solche mit fünf Fortsätzen.

4) Der Verlauf, die Richtung und Theilung der Nervenzellen-Fortsätze. Die Nervenzellen-Fortsätze, welche nicht in benachbarte Nervenzellen ohne sich zu theilen übergehen, lassen sich oft nur in ganz kurzen Strecken, welche kleiner sind als der Durchmesser der Nervenzelle selbst, oft aber auch in langen Strecken verfolgen; im Rückenmarke des Menschen und der Säugethiere verfolgt man solche Fortsätze sehr leicht in einer Strecke in Continuität, welche doppelt so lang ist als der grösste Durchmesser der Nervenzellen selbst; selten in einer Länge, welche drei mal so lang ist als der genannte Durchmesser der Nervenzelle, weil die betreffenden Fortsätze aus der Schnittebene in andere Ebenen umbeugen, also in dem Segment abgeschnitten enden, resp. nicht mehr im Abschnitt enthalten sind. Bei Vögeln findet im Ganzen das Nämliche Statt; jedoch ist es noch seltner, die Fortsätze in so langen Strecken wie bei Säugethieren zu verfolgen. Bei Fischen verfolgt man aber die Fortsätze der Nervenzellen oft in auffallend langen Strecken. Bei Petromyzon kann man nicht selten die Ausläufer der sogenannten bipolaren Zellen in einer Länge verfolgen, welche 5 — 10 Mal den Durchmesser der Nervenzellen übertrifft. Bei Amphibien (Fröschen) verfolgt man selten den Fortsatz weiter als in einer dem Durchmesser der Nervenzelle gleichen Entfernung.

Die Richtung der dicken Nervenzellen-Fortsätze ist sehr verschieden, und es ist leicht möglich, die allerverschiedensten Richtungen der Nervenzellen-Fortsätze zu beobachten. Im Menschen-Rückenmarke fand ich an Nervenzellen, welche sieben Fortsätze hatten (eine Nervenzelle lag z. B. in der Mitte des grauen Vorderhorns, Lendenanschwellung, Gebiet des 3. Lumbalnervenpaars), drei Fortsätze gerade nach hinten, drei gerade nach vorn, einen nach aussen und hinten gerichtet. Bei andern Nervenzellen findet man die Fortsätze zum Theil nach hinten, zum Theil nach vorn, andere nach innen, andere nach aussen gerichtet. Ein bestimmtes Gesetz der Richtung ist aber nicht füglich aufzufinden, indem die Richtung der Fortsätze an andern Zellen auch wieder eben so abweichend ist. Wie bei

Menschen, so fand ich das betreffende Verhältniss auch bei Säugethieren. Eben so auch bei Vögeln. Hier habe ich wiederholt Nervenzellen mit drei Fortsätzen nahe am vorderen Rande der grauen Vorderhörner gesehen, davon liefen zwei Fortsätze gerade nach vorn (in die weissen Vorderstränge) und einer war nach hinten gerichtet. Bei Fischen zeigt sich das Verhältniss wie bei den Säugethieren. Bei Petromyzon fand ich an grossen Nervenzellen des Vorderhorns (welche 8 bis 9 Fortsätze darboten) drei Fortsätze nach hinten, vier nach vorn, einen nach aussen gerichtet. Bei den Amphibien ist die Richtung der Nervenzellen-Fortsätze gleichfalls sehr verschieden, und ein bestimmtes Gesetz der Richtung lässt sich nicht aufstellen.

Die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze ist nicht schwer zu beobachten. Ich fand solche am Menschen- und Säugethier-Rückenmarke an den verschiedensten Stellen, näher oder entfernter von der Zelle. Die gröbere Theilung geschieht durch Bifurcation oder durch Trifurcation. Die erstere ist die gewöhnlichere; letztere seltener. Die Theilung beobachtete ich auch bei Vögeln, bei Fischen, so wie bei Amphibien (Fröschen).

Historisches und Critisches
über die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks.

Ausser den Mittheilungen über die verschiedenen grauen Substanzen oder Theile des Rückenmarks (graue Vorder-, Hinterstränge, gelatinöse Substanz etc.), welche ich früher, in den historisch-critischen Anhängen zu den betreffenden verschiedenen Abschnitten des ersten Buches dieser Schrift, in Bezug auf die Ansichten meiner Vorgänger gegeben habe, bleiben mir hier noch bedeutende Materialien aus den Arbeiten früherer Forscher, die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks betreffend, zu erörtern übrig. Ich werde zuerst die verschiedenen Ansichten über die Elemente der grauen Substanz im Allgemeinen, nachher die über die Elemente der einzelnen grauen Substanzen (Hörner etc.) insbesondere, mittheilen.

Die Ansichten, welche zu verschiedenen Zeiten über die Elemente der grauen Substanz von verschiedenen Forschern vorgebracht worden sind, bilden in der Geschichte der Histologie einen wichtigen Beitrag zur Darlegung derjenigen Schwierigkeiten, mit welchen die Forschung auf diesem Gebiete zu kämpfen hat. Könnten die widersprechenden Ansichten der Histologen in Bezug auf irgend ein Capitel der feineren Anatomie das Vertrauen auf die Ergebnisse der mikroskopischen Forschung überhaupt erschüttern, so wäre gewiss kein anderes Capitel der Histologie geeigneter, um dieses zu thun, als dasjenige, welches über die graue Substanz des Rückenmarks handelt, resp. die über das genannte Gebilde geäusserten verschiedenen Ansichten bringt. Während auf der einen Seite Forscher von anerkanntem Verdienste behaupten, dass die graue Substanz im Ganzen aus eben solchen Elementen bestehe, wie die weisse Substanz, d. h. aus ächten Nervenprimitivfasern, obwohl nicht vorwaltend, und aus vorwaltenden Nervenzellen, zwischen welchen nur mehr Blutgefässe vorkommen, als in der weissen Substanz, — behaupten andere, nicht minder tüchtige, Forscher, dass die graue Substanz des Rückenmarks wesentlich nichts anderes sei, als Bindegewebe in verschiedenen Entwicklungsstufen, zwischen welchem nur einzelne Nervenzellen und deren Fortsätze eingelagert seien. Zwischen diesen beiden, am meisten entgegengesetzten, Ansichten stehen noch andere, weniger schroff von einander abweichende, indem einige Forscher die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz als doppeltcontourirte, mit Hülle und

Axencylinder versehene betrachten, welche sich von denen der weissen Substanz des Rückenmarks nicht oder nicht wesentlich unterscheiden (Kölliker u. A.), während Andere die betreffenden Fasern für verschieden von den eben bezeichneten halten, und solche als gelatinöse, den Fasern des sympathischen Nervensystems ähnliche, sich verästelnde, kernhaltige, den glatten Muskelfasern ähnliche, bezeichnen[82]. Endlich besteht noch eine andere Ansicht über das Gewebe der grauen Substanz; nämlich die, dass sie zum grossen Theil, wenn auch nicht der Hauptsache nach, eine formlose, hyaline oder körnige Substanz bilde, in welcher, wie in einer Matrix oder einem Stroma, einem allgemeinen Lager, die einzelnen gröberen, genuinen nervösen Elemente (Nervenzellen und Nervenprimitivfasern) eingebettet seien. Während die einen jene Matrix für nervöser Natur halten, erklären sie die Andern für Bindegewebe.

Es ist keine leichte Arbeit, diese verschiedenen Ansichten zu sichten, zu prüfen, und dieselben auf ihren wahren Gehalt zu reduciren, aus ihnen denjenigen Kern der Wahrheit herauszufinden, welcher immerhin darin enthalten sein mag, um solchen als bleibenden und unveräusserlichen Gewinn für die Wissenschaft zu sichern. Ich habe in dem Folgenden diese Aufgabe nach besten Kräften zu lösen versucht. Ich bin zwar weit entfernt davon, zu glauben, dass mir die endgültige Lösung gelungen sei; indessen glaube ich, mindestens einige Beiträge zur Lösung gegeben und künftigen Forschungen um einen Schritt vorgearbeitet zu haben.

Meinem früher ausgesprochenen Grundsatze getreu, werde ich auch in diesem Capitel die mikroskopischen Arbeiten aller Forscher vor Valentin und Ehrenberg unbeachtet lassen, und mit den letztgenannten beginnen. — Ich werde zuerst die im Allgemeinen über die graue Substanz im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere geäusserten Ansichten betrachten, dann die entsprechenden bei den übrigen Klassen der Wirbelthiere folgen lassen; alsdann die über die betreffenden Elemente der einzelnen grauen Substanzen (Hörner) der verschiedenen Thierklassen vorgebrachten Ansichten anfügen. —

A. *Historisches und Critisches über die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen.*

I. Die Elemente der grauen Substanz des Menschen und der Säugethiere betreffend.

Die Elemente der grauen Substanz des (Gehirns und) Rückenmarks beschrieb Valentin 1836[83]) übereinstimmend mit Ehrenberg[84]), als 1) einzelne grössere und 2) sehr viele überaus kleine Körperchen. Diese lezteren sind ausserordentlich gedrängt gestellt, und „durch einen sehr feinen, zähen, zellgewebeartigen Stoff mit einander verbunden," können „isolirt fast gar nicht unterschieden werden," ausser am Rande des Abschnitts; sondern die ganze graue Substanz hat nur „ein äusserst feinkörniges Ansehen." Valentin sagt: „dieses nichts weniger als genügende Resultat ist das allgemeine Ergebniss dessen, was sich auf diesem Wege (Pressung eines feinen Abschnitts grauer Substanz zwischen zwei Glasplatten und mikroskopische Untersuchung des gepressten Stückchens)

[82]) Z. B. Hassall, Mikroskopische Anatomie, übers. von Kohlschütter, I. p. 256; Henle, Allgem. Anatomie, l. c. p. 637; Remak, Observ. l. c.

[83]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. XVIII, p. 148. Es versteht sich von selbst, dass die hier geäusserten Ansichten von Valentin nicht blos von der grauen Substanz des Gehirns, sondern — weil von der grauen Substanz des Centralnervensystems die Rede ist — auch von der grauen Substanz des Rückenmarks aufgestellt worden sind, demnach also hier besprochen werden müssen. Vergl. übrigens oben p. 244.

[84]) Ehrenberg, in: Poggendorff's Annalen. 1835. p. 451.

finden lässt." Ohne starke Compression sieht man an einem möglichst dünnen Abschnitte die grösseren Kugeln. „Die ganze graue Substanz besteht aus einer Aggregation von dicht bei einander liegenden kugligen Massen; von diesen lösen sich oft einzelne Kugeln los (und schwimmen frei in der Flüssigkeit); sie sind ohne besondere Scheide, jedoch auf der Oberfläche wie im Innern mit dem feinen zellgewebigen Wesen überzogen und durchsetzt" (p. 150). „Wird ein Abschnitt, auf welchem diese Kugeln deutlich wahrgenommen werden, etwas zu stark gepresst, so erscheint die erste (feinkörnige) dem wahren Naturzustande nicht mehr entsprechende Form der grauen Substanz" (p. 150). Valentin bildet [85]) „die Kugeln der reinen Belegungsformation aus dem Gehirn von Cyprinus Brama" ab, theils als kreisrunde, punktirte Kugeln, mit granulirter Masse dazwischen. Die punktförmigen Körperchen sind, nach Valentin's Ansicht, durch Druck von den Kugeln in Fig. 55 entfernt worden, bei Fig. 56 sind sie noch auf denselben. Valentin hält sie (als wahrscheinlich) für Pigmentkörperchen. — Diese kugeligen Massen stimmen mit Wagner's freien Kernen überein (s. unten). Man sieht zwar bei der Valentin'schen Darstellung keine Nuclei; in Fig. 57 zeichnet Valentin aber gleichfalls aus dem kleinen Gehirn des Cyprinus Brama solche Kugeln mit einem Nucleus, sagt von den Nucleis noch besonders, dass sie nicht so zart in der Zeichnung wiedergegeben werden können, wie sie in der Natur sind. Was Valentin für Pigmentkörperchen hält, stimmt mit der feinkörnigen Masse Wagner's u. A. überein. Eben so, wie oben bei Cyprinus Brama, zeichnet Valentin „die Kugeln der centralen interstitiellen Belegungsmasse innerhalb des Rückenmarks des Schaafs, p. 235, Tab. VII. Fig. 58; eben so von der Taube, Fig. 59.

Demnach betrachtet Valentin die grösseren Kugeln als die eigentliche Grundmasse der grauen Substanz, und die feinkörnige Masse sieht er als die durch Compression zerstörte kugelige Masse an, wie aus der später (p. 165) gemachten Aeusserung Valentin's erhellt, wo er sagt: „Die Parenchym-Masse (der Ganglienkugeln) selbst ist schon längst als das Gewebe der grauröthlichen Substanz überhaupt von den Forschern beschrieben worden." Valentin sagt (p. 151) weiter: „An den Verbindungsstellen der grauen und weissen Substanz . . sind die Kugeln leichter wahrzunehmen, während in der grauen Substanz die dicht bei einander liegenden Kugeln deshalb so leicht verschwinden, weil hier die halbweiche Masse (oder vielmehr die des zellgewebigen Wesens jedes einzelnen Theiles derselben) keinen Anhalt an zahlreichen heterogenen Nachbartheilen hat." Diese Kugeln beschreibt Valentin (p. 152) aus der gelben Masse zwischen Rinden- und Marksubstanz der Hemisphären des kleinen Gehirns, in folgender Weise: „Die Kugel ist an einer Seite abgerundet, an der andern mit einem schwanzförmigen Ende versehen", eine Beobachtung, welche Purkinje zuerst am Schaafe, nachher Valentin am Gehirn des Menschen und vieler Säugethiere gemacht hat. Sie besitzt „einen inneren hellen Kern und einen diesem entsprechenden Nucleus (Kernkörperchen) auf der äussersten Oberfläche", ganz wie in den Kugeln der peripherischen Ganglien (p. 153). „Wo die Kugeln eine schwanzförmige Verlängerung haben, da sind sie von beiden Seiten schwach zusammengedrückt, und im Ganzen etwas abgeplattet, wie bei den Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation" (peripherische Ganglien). Valentin bemerkt hierzu (p. 183), „dass fortgesetzte Beobachtungen des feineren Baues der Centraltheile des Nervensystems noch manche Modificationen der Kugeln des Belegungssystems auffinden lassen dürften." Er hat sehr richtig vorausgesehen!

Diese Anschauungen Valentin's zeigen also, dass er genuine Nervenzellen als die eigentlichen Elemente der grauen Substanz betrachtet, und dass er die sogenannte feinkörnige Masse für ein Artefact hält. Die genannten Nervenzellen selbst aber unterscheiden sich wesentlich durch Nichts von den Nervenzellen anderer Provinzen des (peripherischen) Nervensystems.

85) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. p. 235. Tab. VII. Fig. 55 und 56.

Diese Ansicht von den genuinen Elementen der grauen Substanz des Rückenmarks, so weit sie positiv lautet, stimmt auch mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Sie ist aber in einem Hauptpunkte nicht genügend, weil Valentin ein anderes wichtiges Element der grauen Substanz, die Nervenprimitivfasern meine ich, nicht in der entsprechenden Weise statuirte, indem er den Nervenprimitivfasern, welche die graue Substanz bilden helfen, eine (in Bezug auf ihre Menge) zu untergeordnete Stellung anwies. Dass er aber die — gleichsam nur als durchgehende und die Kugeln umspinnende Elemente von ihm bezeichneten — Nervenprimitivfasern der grauen Substanz in jeder andern Hinsicht den übrigen centralen wie peripherischen Nervenprimitivfasern histologisch gleich betrachtete, ist schon erwähnt worden. Valentin that gleichsam nur den ersten grossen Schritt auf diesem Gebiete, und seine oben bezeichnete Untersuchungsmethode war nicht genügend zur vollkommeneren Erforschung dieser Gebilde.

Remak[86]) fand, ausser den Primitivröhren und Ganglienkugeln mit ihren Fortsätzen, blasse Fasern von eigenthümlichem Bau, die sich hauptsächlich in der Substantia gelatinosa zeigen (s. Remak's Beschreibung, oben, p. 190, 191. Ausserdem vergleiche man die Mittheilungen Remak's über die Elemente der grauen Hörner; s. oben, p. 217 und 245). Remak sagt von diesen Fasern, „sie scheinen auch der schwammigen Substanz nicht zu fehlen, nur wegen des Ueberwiegens der übrigen Bestandtheile, namentlich der Primitivröhren, schwerer darstellbar zu sein. Mindestens liegen die Ganglienkugeln in der schwammigen Substanz nicht gedrängt genug, um allein das graue Ansehen dieser Substanz zu bewirken [Valentin's Ansicht]. Ob die blassen Fasern des Rückenmarks irgendwo in die Primitivröhren oder in die Fortsätze der Ganglienkugeln, oder in beide übergehen, kann ich nicht angeben."

Diese Beschreibung Remak's stimmt in so fern mit den Ergebnissen meiner Beobachtungen überein, als die Nervenprimitivfasern und die Nervenzellen als die Hauptbestandtheile der grauen Substanz von ihm aufgeführt werden, und er diese Elemente mit den gleichnamigen Elementen des Nervensystems anderer Gebiete ausserhalb der grauen Substanz des Rückenmarks als wesentlich übereinstimmend ansieht. Was die „blassen Fasern von eigenthümlichem Bau" betrifft, die Remak in der grauen Substanz statuirt, so ist die Existenz dieser Fasern gewiss. Dieselben sind aber nichts Anderes, als feine Fortsätze von Nervenzellen der grauen Substanz, und daher nicht als eine besondere Gattung von Fasern zu betrachten.

Die Ansichten, welche ich in der mit Wallach gemeinschaftlich (Textur des Rückenmarks, 1842) herausgegebenen ersten Schrift, über die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks, vorbrachte, so wie die von Wallach mitgetheilten (l. c. 1842. p. 6, 7, 10 u. a. O.) waren sehr ungenügend. Wir erkannten zwar die Nervenprimitivfasern, und fanden sie — wenn auch im Allgemeinen feiner — doch im Ganzen in histologischer Hinsicht eben so beschaffen, wie die der weissen Substanz (pag. 7). Wir nannten sie — mit Unrecht — grauröthlich. Die Anwesenheit von Nervenzellen in der grauen Substanz läugneten wir — mit eben so grossem Unrecht — sowohl in den Hinter-, wie in den Vorder-Hörnern gänzlich, weil wir glaubten, die ausgetretenen rundlichen Massen des Nervenmarks seien von früheren Forschern für Nervenzellen gehalten worden. Dass wir zu so irrigen Ansichten kamen, war durch die geringe Fertigkeit bedingt, welche wir in mikroskopischen Untersuchungen hatten. Wir waren beide Autodidakten in diesen Arbeiten.

Meine später (1843, über die Medulla oblongata) fortgesetzten Arbeiten liessen mich auch die Nervenzellen (Spinalkörper) in den grauen Vorderhörnern entschieden erkennen (ungenügend die Nervenzellen in den Hinterhörnern und in den andern Theilen der grauen Substanz), und dass diese alle Charaktere der übrigen peripherischen Nervenzellen hatten — mit Ausnahme der mehrfachen dicken

[86]) Remak, in: Müller's Archiv, 1841. p. 514.

Fortsätze, weshalb ich sie damals ohne Grund für etwas Besonderes hielt und Spinalkörper nannte — ging aus meiner Beschreibung (l. c. p. 49, 50) genügend hervor. Nicht minder hob ich damals noch entschiedener als früher hervor, dass die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz (Quer-, wie Längsfasern) die nämliche histologische Beschaffenheit zeigten, wie die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz, als deren unmittelbare Fortsetzungen (zum Theil) ich jene erkannte.

Clarke (1851. l. c.) nimmt als Elemente der grauen Substanz an: 1) Aechte Nervenfasern; er sagt von ihnen: „they are mostly of the white tubular kind, and of variable but small average diameter.“ 2) Nervenzellen, „nerve-vesicles“; er nimmt folgende Formen an: „they are circular, oval, pyriform, or otherwise irregular in shape, and all of them (mit Ausnahme derer der gelatinösen Substanz) have remarkably delicate processes, issuing from their sides like the neck from a flask or funnel.“ Clarke's Mittheilungen über die Elemente der verschiedenen grauen Hörner und der Substantia gelatinosa sind oben (vergl. p. 192, 215, 245) bereits erörtert worden. Hier habe ich nur hervorzuheben, dass Clarke sowohl die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz für völlig identisch mit den Nervenprimitivfasern der weissen Substanz (resp. der peripherischen Nerven), wie auch die Nervenzellen der grauen Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen für identisch mit den an andern Stellen des Nervensystems vorkommenden Nervenzellen erklärt, mindestens solche nicht für etwas Besonderes hält. Dass dieses auch mit meinen Ansichten übereinstimmt, bedarf nicht weiterer Erörterungen.

R. Wagner's Ansichten über die Elemente der grauen Substanzen des Rückenmarks sind oben, p. 215, 252, bereits mitgetheilt worden. Es ging daraus hervor, dass er als die wesentlichen Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks solche Nervenprimitivfasern und Nervenzellen annimmt, welche alle Charaktere der Nervenprimitivfasern anderer Theile des centralen wie peripherischen Nervensystems besitzen; und hierin stimmt Wagner mit den gleichen Ansichten andrer Forscher, so wie mit den meinigen, überein.

Ausser diesen beiden genannten Elementen nimmt aber Wagner auch „graue Fasern, welche nicht doppelt contourirt sind, und die vorzugsweise als Commissurenfasern zwischen näher beisammen liegenden Ganglienzellen dienen,“ an, zum Unterschied von den „doppeltcontourirten Commissurenfasern, welche den peripherischen ganz gleich gebaut sind, und die den grössten Theil der weissen oder Markfasern des Gehirns und Rückenmarks ausmachen und sehr entfernte Ganglienzellen mit einander verbinden“ (Neurol. Untersuchungen. 1854, p. 194).

Hier kommt also Wagner auf die auch von mir früher (1842, Textur des Rückenmarks, p. 6, 7) angenommenen „grauen Fasern“ zurück, von denen schon Valentin mit Recht sagte, dass er nicht verstehe, was darunter gemeint sei (Repert. 1843). R. Wagner begreift also unter diesen „grauen Fasern“ entweder nur die feineren Nervenzellen-Fortsätze zwischen benachbarten Nervenzellen und Nervenprimitivfasern, resp. die von Remak als „blasse Fasern“ bezeichneten Theile der grauen Substanz, oder vereinzelte, resp. zu mehreren gruppirte Elementarröhrchen, welche zwar als Elemente von Nervenprimitivfasern, nicht aber als besondere Nervenprimitivfasern betrachtet werden können.

Die Nervenzellen der grauen Substanz betreffend, so nimmt auch Wagner an, dass sie in allen ihren charakteristischen Eigenschaften mit den Nervenzellen andrer Gebiete des centralen, wie mit denen des peripherischen Nervensystems übereinkommen, wie dies aus seinen bereits früher mitgetheilten Angaben hervorgeht.

In seiner neuesten Schrift [87]) nimmt Wagner ausser den Nervenzellen auch noch Bindegewebszellen als Elemente der grauen Substanz an. Rudolph Wagner sagt: „die neuen Arbeiten über das Bindegewebe haben mich längst zu der Ueberzeugung geführt, dass ich und Andere

[87]) R. Wagner, Kampf um die Seele, 1857, p. 164.

öfter die Bindegewebszellen für kleinere Ganglienzellen gehalten haben." Seine Annahme scheint indess weniger die Folge selbstständiger Untersuchungen zu sein, indem Wagner kein specielles Unterscheidungsmittel zwischen beiden Zellenarten angiebt, welches ihn zur gedachten Annahme gezwungen haben könnte. Ich finde daher auch zu keiner hierauf eingehenden critischen Bemerkung Anlass, welche zu Wagner's Ansicht zustimmend oder von ihr abweichend sei. Vielmehr ist es wahrscheinlicher, dass Wagner durch die neueren Arbeiten Bidder's und seiner Schüler veranlasst worden sei, die Existenz der Bindegewebskörper in der grauen Substanz des Rückenmarks anzunehmen. Ich gehe daher hier nicht weiter auf Wagner's Andeutung ein, indem ich bei der Besprechung der Arbeiten Bidder's und seiner Schüler alsbald ausführlich über diesen Punkt zu reden habe.

Ueber die Bedeutung der feinkörnigen Masse und der Kerne im Gehirn und Rückenmark äussert sich R. Wagner 1854 in folgender Weise [88]): Er glaubt [89]), „dass man die feinkörnige Masse und die Kerne von den wesentlichen Elementen der Centraltheile ausschliessen kann", weil a) die feinkörnige Masse überall nur da in der grauen Substanz zwischen den eingebetteten Ganglienzellen auftritt, wo Blutgefässe eindringen, und die Quantität der feinkörnigen Masse mit der Zahl und Stärke der eindringenden Gefässe zunimmt, z. B. bei'm Menschen an der Peripherie der Hirnwindungen und der Substantia perforata der Basis am stärksten ist. b) Sie fehlt complet bei den wirbellosen Thieren zwischen den Ganglienzellen-Aggregaten, wenn keine Gefässe vorhanden sind, während sie bei ganz nahe verwandten Thieren solcher Classen von Evertebraten auftritt, deren Ganglien mit Blutgefässen umsponnen und durchwirkt sind; sie fehlt z. B. bei den Nematoiden, bei Mermis, während sie bei'm Blutegel und Regenwurm vorhanden ist. Aus diesen und andern Gründen hält Wagner die feinkörnige graue Substanz blos für ein Bette für die Blutgefässe, das Bindegewebe ersetzend, für ein Medium der Separation der Ganglienzellen untereinander und von den Blutgefässen, wodurch — bei Erweiterung letzterer — eine störende Einwirkung (Compression?) auf die „höchst vulnerablen Ganglienzellen" verhütet werde; ähnlich wie bei den Tastkörperchen, wo die Gefässschlingen nicht in denselben Papillen liegen.

Jedoch will Wagner auch Henle's Ansicht nicht bestreiten, welcher die „histologisch und chemisch mit dem Inhalte der Ganglienzellen übereinstimmende feinkörnige Masse für eine Art Matrix zur Bildung neuer Ganglienzellen ansieht." Vielleicht — fügt Wagner hinzu — „hat diese Substanz den doppelten Zweck. Aber auch in letztem Falle würde die Substanz noch kein fertiges functionsfähiges Nervenelement sein, also aus der Reihe der zunächst bei jedem Innervationsacte thätigen Elemente ausgeschlossen werden."

R. Wagner giebt durch diese Mittheilungen die Existenz einer feinkörnigen Masse — als solcher — in der grauen Substanz des Rückenmarks zu, obgleich er sie nicht als wesentliches Element betrachtet. Hiermit kann ich indess nicht übereinstimmen. Ich werde weiter unten zeigen, dass selbst die Existenz einer solchen feinkörnigen Masse nicht statuirt werden darf, und dass schon Valentin, welcher sie für ein Artefact erklärte, dieselbe — nach meiner Ansicht — ganz richtig beurtheilt hat. Die teleologischen Erklärungen, welche Wagner giebt, sind nicht beweisend. Die Ganglienzellen brauchten nur weniger vulnerabel zu sein, so wäre die feinkörnige Masse schon überflüssig; und Wagner bringt keinen Beweis dafür, dass diese Ganglienzellen „höchst vulnerabel" seien. Sie sind ja im Rückenmark der Säugethiere z. B. knorpelhart, zähe, und würden durch ein sich ausdehnendes Capillargefäss wohl kaum alterirt werden.

Dass die feinkörnige Masse den Zellstoff vertrete, ist auch ohne beweisende Stütze. Dass sie bei manchen Thieren ganz fehlt, wo die Gefässe fehlen — lässt sich auch anders erklären. Die weisse

[88]) R. Wagner (Neurol. Unters. 1854) bildet die feinkörnige Masse aus dem kleinen Gehirn des Menschen (Rindensubstanz) in Fig. 1 u. 2 der zweiten Tafel seiner Abbildungen ab, als feine und feinste Punkte, ohne anderweit erkennbare Structurverhältnisse. [89]) R. Wagner, Neur. Unters. 1854. p. 159. 160.

Substanz enthält bekanntlich viele Gefässe, und doch keine feinkörnige Masse; daher ist die Abhängigkeit der einen von der andern nicht ohne Weiteres zuzulassen. Diente sie aber zum Ersatz von Ganglienzellen, so wäre sie allerdings als ein fertiges functionsfähiges Element anzusehen; wir könnten nur ihre Function zu unseren Ansichten noch nicht gebrauchen, sie passte noch nicht in unsere Theorien. Indess — in der That existirt diese Substanz nicht in der concreten Weise.

Ueber die Bedeutung der Kerne [90]) sagt Wagner (p. 160, 161) Folgendes: „Auch die Kerne, welche mehrfache histologische Verschiedenheiten zeigen, und vereinzelt überall in der feinkörnigen Masse vorkommen, scheinen in der Regel bei Innervationserscheinungen kaum in Betracht zu kommen. Nur wo die Kerne in so massenhaften Lagen vorkommen, wie in der rostfarbenen Substanz der Randwülste des kleinen Gehirns, verdienen sie eine besondere Beachtung. Hier halte ich es übrigens noch nicht für ausgemacht, ob sie nicht, ähnlich wie in der Körnerlage der Retina, mit den Fasern in eine eigenthümliche Verbindung treten, und so den Charakter von Zellen annehmen."

Mit dieser Meinung Wagner's, sofern sie Kerne als ein besonderes Element der grauen Substanz des Rückenmarks, — wenn auch nur ganz vereinzelt, — statuirt, stimme ich nicht überein. Nach meinen bisherigen Erfahrungen muss ich die Existenz von nackten Kernen im Rückenmarke läugnen. Was man dafür halten könnte, sind nichts anderes als kleine Nervenzellen.

Ausführlicher als seine Vorgänger hat sich Kölliker über die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks ausgesprochen, gestützt auf zahlreiche eigene Untersuchungen. Die betreffenden Angaben Kölliker's sind oben, p. 193, 214, 244, bereits mitgetheilt worden. Es ging daraus hervor, dass Kölliker als solche Elemente hauptsächlich Nervenprimitivfasern und Nervenzellen annimmt. Dass diese Elemente aber sich wesentlich durch nichts von den gleichnamigen Elementen in andern Gebieten des centralen wie des peripherischen Nervensystems unterscheiden, hat Kölliker positiv genug ausgedrückt, wie aus dessen specielleren Mittheilungen hervorgeht, die ich im Folgenden jetzt anfügen will [91]).

I. Nervenprimitivfasern. A. Gewöhnliche Nervenprimitivfasern. Kölliker sagt über diese Nervenfasern: „die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich in Bezug auf ihren Bau alle im Wesentlichen wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr dünner sind. Doch finden sich auch eben so breite Fasern wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vordern Wurzeln hin. Ganz blasse, kaum mehr markhaltig oder dunkelrandig zu nennende, doch noch Varicositäten zeigende, evidente feinste Nervenröhren, wie wir sie im Gehirn finden werden, sah ich im Marke an keiner Stelle, obschon auch hier sehr feine Fasern, doch kaum unter 0,0008''', vorkommen." So beschreibt Kölliker

[90]) R. Wagner spricht zwar nicht speciell von Kernen in der grauen Substanz des Rückenmarks. Indessen scheint es mir doch nothwendig, dessen Aeusserungen hierüber, so wie über die „feinkörnige Masse" hier anzuführen, da die graue Substanz des Rückenmarks gleich der grauen Substanz in allen andern Gebieten der Centralorgane des Nervensystems bei den heutigen Histologen für ein identisches Gewebe gilt.

[91]) Ueber die Schwierigkeit der Diagnose der (marklosen) feinsten Nervenröhren von Bindegewebe- und andern Fasern hat sich zuerst Kölliker ausgesprochen. Er sagt von den faserigen Elementen der Substantia grisea centralis des Rückenmarks, dass zu derselben „ächte Nervenröhren, jedoch nahezu von den allerfeinsten, gehören, die man kaum mehr als solche erkennt." Ferner: „ziemlich viele, ganz feine, blasse Fäserchen, wie die Ausläufer der Zellen, nur gestreckter, mit transversalem und longitudinalem Lauf, von denen sich nicht mehr sagen lässt, ob sie Nervenröhren sind oder zu den Fortsätzen der Zellen gehörig." Mikrosk. Anat. 1850. p. 414. Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 277. Auch im Fil. termin. konnte Kölliker die Fasern nicht diagnosticiren. Hier würde eine Verwechselung ganz indifferent sein; denn Ausläufer der Nervenzellen sind nunmehr als Nervenröhrenanfänge hinreichend anerkannt. Es fragt sich nur: wie unterscheiden sich die elastischen Fasern oder Bindegewebefasern von den marklosen feinsten Nervenfasern? Hierüber an späterem Orte genauer.

in der „Mikroskopischen Anatomie", p. 417, die Nervenröhren der grauen Substanz des Rückenmarks. Fast ebenso drückt sich, obwohl etwas kürzer, Kölliker in der „Gewebelehre", 1. Aufl. p. 278, aus; desgleichen in der 2. Aufl., p. 295. Kölliker nimmt also folgende Varietäten von Nervenröhren in der grauen Substanz des Rückenmarks an:

1) Breite Nervenröhren, von den gleichen Dimensionen wie die der weissen Substanz und der Nervenwurzeln. Sie bilden die Minderzahl, = dicke oder grobe Nervenprimitivfasern Kölliker's, von 0,01''' — 0,004''' im Durchmesser.

2) Schmale Nervenröhren, welche durchschnittlich halb so dick sind als die ersteren. Sie bilden die überwiegende Mehrzahl der Nervenröhren der grauen Substanz, = mitteldicke Nervenprimitivfasern Kölliker's, von 0,004''' — 0,002''' im Durchmesser.

3) Feinste Nervenröhren, von 0,0008''' Dicke. Kölliker giebt nichts Genaueres über die Localität an, wo sie sich finden, und nichts über die ohngefähre Menge, in welcher sie beobachtet werden, = feine Nervenprimitivfasern Kölliker's von 0,002''' — 0,0008''' — 0,0005''' im Durchmesser.

Diese Angaben stimmen im Allgemeinen auch mit meinen Beobachtungen überein, weichen aber in manchen Punkten davon ab, worüber ich, bei Besprechung der Dimensionen der Nerven-Primitivfasern, weiter unten ausführlicher reden werde. Hier möge nur Folgendes bemerkt sein:

a. Die breiten Fasern finden sich in den grauen Vorder- und Hinterhörnern, wie in der Substantia gelatinosa.

b. An allen diesen Stellen findet man breite Fasern nicht blos vereinzelt, sondern in dicken oder dünnen Bündeln. Kölliker sagt [92]) sogar selbst von den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der grauen Vorderhörner: „hierbei treten sie durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch als ganz compacte Bündel." Ferner, p. 420, von den centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln: „hier (in den weissen Hintersträngen) lösen sie sich in einzelne schwächere und stärkere Bündel von 0,01''' — 0,02''', und setzen, jedes für sich, geraden Weges.... durch die Substantia gelatinosa hindurch in die Substantia spongiosa hinein...." etc.

c. Es finden sich die Fasern der feinsten Gattung bis zu 0,0005''' auch im Rückenmarke vor, und zwar in der Substantia gelatinosa centralis, der Substantia gelatinosa Rolando, wie überall durch die graue Substanz zerstreut in unschätzbarer Menge. Diese Fasern kann ich aber nicht mit Kölliker für vollständige Nervenprimitivfasern, sondern nur für Nervenzellenfortsätze oder für Elementarröhrchen halten.

B. Fibrae propriae, oder eigentliche Markfasern (feinste) der grauen Substanz des Rückenmarks. Kölliker sagt: „Ich kenne keine Thatsache, welche das Vorkommen von solchen Fasern (die mit den sensiblen und motorischen Wurzeln nicht zusammenhängen), oder von eigentlichen Markfasern, wie man sie nennen könnte, mit Evidenz darthäte, glaube aber doch Einiges angeben zu können, was deren Existenz wahrscheinlich macht. Schon bei einer oberflächlichen Vergleichung zeigt sich, dass in der grauen Substanz offenbar eine solche Menge von Nervenröhren vorkommen, dass es sehr gewagt erscheint, dieselben alle von den Wurzeln abzuleiten, und bei Durchmusterung aller Gegenden derselben findet man, dass viele Fasern durch Lage und Verlauf so eigenthümlich sind, dass sie unmöglich auf die Wurzelfasern zurückgeführt werden können. So finde ich in der Substantia gelatinosa, abgesehen von den Nervenzellen und durchtretenden hintern Wurzeln, noch eine grosse Menge sehr feiner ächter Nervenröhren von 0,001''', welche vorzüglich longitudinal verlaufen und in keinerlei Beziehung [?] zu den Hinter- und Seitensträngen

92) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, p. 418.

stehen. Aehnliche Röhren enthalten auch die vordern Hörner und die Stellen, wo beide Hörner an einander stossen, welche, — da sie nach allen Richtungen geflechtartig durcheinander ziehen, und auch an den Stellen sich zeigen, wo die Wurzeln bündelweise eintreten, — ebenfalls für etwas Besonderes gehalten werden müssen. Da alle diese Fasern weder auf die Wurzeln sich zurückführen lassen, noch mit den Strängen der weissen Substanz irgend eine Verbindung eingehen, so bleibt doch wohl nichts anderes übrig, als sie für besondere Markfasern zu halten, über deren Ursprung und Ende freilich die Untersuchung noch gar nichts ergeben hat“ [93]).

In der 1. Auflage seiner „Gewebelehre“ (p. 281 u. 282) sagt Kölliker wesentlich dasselbe, nur kürzer: „Ausser diesen mit den motorischen und sensiblen Wurzeln zusammenhängenden Fasern sieht man in der grauen Substanz ziemlich viele Nervenröhren, die sich nicht auf die der Wurzeln zurückführen lassen, und die, bis auf Weiteres, als besondere Markfasern angesprochen werden können.“ Eben so: „Gewebelehre“, 2. Aufl. 1854, p. 298.

Auch diese von Kölliker aufgestellte Classe von Nervenprimitivfasern der grauen Substanz kann ich — nach meinen Erfahrungen — nicht statuiren. Nirgends lässt sich in der grauen Substanz des Rückenmarks eine Faser von 0,001''' mit Evidenz als Nervenprimitivfaser erkennen, d. h. es lassen sich an derselben weder ein besonderer Axencylinder noch Nervenmark getrennt unterscheiden, der Kleinheit wegen. Ich halte daher auch diese Fasern für Nervenzellen-Fortsätze oder für Elementarröhrchen.

Ich glaube zwar, dass man Fibrae propriae, die nicht von den Nervenwurzelfasern abgeleitet werden können, annehmen kann oder muss. Der Durchmesser von 0,001''' beweist aber selbst für Kölliker nichts. Denn Fasern von dieser Feinheit finden sich nach Kölliker auch in der weissen Substanz, der Commissura anterior und den hintern Nervenwurzeln.

II. Nervenzellen, Bindegewebszellen, freie Kerne, körnige Masse. Als das zweite hauptsächliche Element der grauen Substanz des Centralnervensystems bezeichnet Kölliker (1852, 1854) die Nervenzellen. Doch nimmt Kölliker auch freie Kerne und eine feinkörnige Grundmasse darin an. Kölliker sagt: „Die graue Substanz enthält weit vorwiegend Nervenzellen, ausserdem auch an gewissen Orten eine feinkörnige Grundmasse, und freie Kerne, findet sich jedoch selten ganz rein, sondern meist mehr oder weniger mit Nervenröhren gemengt. In bedeutendem Grade ist dieses der Fall in der Mehrzahl der Ganglien, in der grauen Substanz des Rückenmarks, und in den sog. Ganglien des grossen Gehirns, wogegen sie in der grauen Rinde des grossen und kleinen Gehirns stellenweise fast [?] ohne Nervenfasern auftritt. Auch diese Substanz führt, und zwar noch viel zahlreichere, Gefässe als die weisse; und in den peripherischen Ganglien auch verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung ihrer einzelnen Theile“ [94]). Wenden wir uns zunächst zu Demjenigen, was Kölliker über die von ihm als genuine Nervenzellen der grauen Substanz betrachteten Elemente sagt.

Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks. Kölliker unterscheidet (1850, 1852 und 1855) in der grauen Substanz des Rückenmarks mehrere („sehr verschiedene“) Formen von Nervenzellen, „die jedoch alle darin übereinstimmen, dass sie ohne Ausnahme und zwar meist mehrfache Ausläufer besitzen, welche schliesslich in ganz feine blasse Fäserchen, wie die feinsten Axenfasern, durch Verästelung auslaufen“ [95]). Kölliker läugnet hier also das Vorkommen von runden, apolaren, oder selbstständigen Nervenzellen im Rückenmark. — Kölliker unterscheidet folgende Formen dieser strahligen Nervenzellen.

[93]) Kölliker, Mikroskop. Anat. p. 422. 423.

[94]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 70; 2. Aufl. 1854. p. 92, 93.

[95]) Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 413; Gewebelehre, 1. Aufl. p. 276, 277; 2. Aufl. p. 294.

Erste Form. „Zellen der Substantia grisea centralis. Dieselben sind immer blass und fein granulirt, seltener mit einzelnen dunkleren Fettkörnchen, rundlich, birnförmig, spindelförmig, drei-, vier- und vieleckig von Gestalt, und von 0,004—0,006—0,008''' Grösse. Was dieselben besonders auszeichnet, sind die Kerne und die Fortsätze. Die ersteren sind zwar alle, wie gewöhnlich, bläschenartig, mit hellem Inhalt und deutlichem, jedoch kleinem, Nucleolus, besitzen jedoch in den spindelförmigen Zellen eine mehr gestreckte Gestalt und kommen wohl in einem Dritttheil der Zellen in mehrfacher Zahl vor. Am häufigsten sind zwei Kerne, aber auch 2 bis 4, ja selbst 5 bis 6 lassen sich hie und da, obschon die letzteren sehr selten, nachweisen. Eine Vergleichung der verschiedenen Formen lehrt unzweifelhaft, dass diese mehrfachen Kerne von einer Vermehrung der ursprünglichen einfachen Nuclei herrühren, denn die Beobachtung zeigt häufig grössere, längliche, einfache Kerne mit einer Scheidewand und zwei Nucleolis, und ebenso auch nicht selten zwei halbmondförmige, mit platten Flächen aneinanderliegende getrennte Kerne. Von einer Vermehrung der Zellen selbst habe ich nichts gesehen, doch will ich noch darauf aufmerksam machen, dass den beschriebenen Zellen ziemlich ähnliche Gebilde auch in den Spinalganglien des menschlichen Fötus sich finden. Alle diese Zellen besitzen 2, oder, dies ist das Gewöhnliche, 3, 4 bis 6 blasse Ausläufer, die — auch die stärksten von 0,001''' Durchmesser, — zum Theil unter mehrfacher Verästelung schliesslich in ganz feine Fäserchen von 0,0002—0,0004''' mit unregelmässig gebogenem Verlaufe ausgehen, jedoch nirgends bis zu wirklichen Enden oder Nervenfasern sich verfolgen lassen. Diese Zellen, sammt den von ihnen ausstrahlenden blassen, marklosen Nervenfasern, wie ich diese Fortsätze oben bezeichnete, bilden, wie es scheint, die Hauptmasse des centralen grauen Kerns“ [96]).

In der „Gewebelehre“, 1. Aufl. 1852, p. 277, führt Kölliker ebenfalls noch diese Zellen als besondere Form auf, aber nur mit den wenigen Worten: „Dieselben sind 0,004—0,008''' gross, immer blass und fein granulirt, mit mehrfachen Kernen und sich verästelnden blassen Fortsätzen, und bilden, wie es scheint, die Hauptmasse des centralen grauen Kerns.“ — In der 2. Aufl. des Handbuchs der Gewebelehre ist von diesen Zellen gar nicht mehr die Rede, und die Abbildungen derselben (die in der Mikr. Anat., Fig. 125, und in der 1. Aufl. der Gewebelehre, Fig. 142, gleich gegeben waren) sind ebenfalls nirgends wiedergegeben. Kölliker hat also in den letzten beiden Jahren (von 1852—1854) seine Ansicht geändert, und wir finden die Aufklärung dieser Veränderung auf p. 298 und 299 der 2. Aufl. seiner Gewebelehre (1854), wo Kölliker sagt: „Derselbe (Canalis centralis) liegt mitten in dem centralen grauen Kerne, den ich früher für graue Substanz hielt, nun aber, mit Virchow, zum Ependym zähle und den Verdickungen des Ependyms der Hirnhöhlen gleich setze. Die Zellen dieser Masse . . . sind durch ihre sternförmige Gestalt und verästelten Ausläufer allerdings Nervenzellen sehr ähnlich, allein es kommen doch auch im verdickten Ependym der Hirnhöhlen, nach Virchow, hie und da Zellen vor, so dass es, da der centrale graue Kern des Rückenmarks nach oben in das Ependym des 4. Ventrikels übergeht, wohl erlaubt ist, denselben als nicht nervöser Natur zu bezeichnen. Die sternförmigen Zellen dieses Ependymfadens oder Ependymrohres, in denen oft bis zu 5 Kernen sitzen, werden demzufolge den Saftzellen des Bindegewebes gleich zu setzen sein, und die Verdickung des Ependyms die häufige Obliteration des Centralcanals bedingen, wie sie, nach Virchow, auch am Hinterhorn sehr häufig ist.“ Vergl. auch pag. 304 der 2. Aufl. der Gewebelehre, wo Kölliker noch einmal wiederholt: „zu diesem (Bindegewebe) zählt der centrale Ependymfaden.“

Ueber diese Zellen habe ich an früherer Stelle dieser Schrift, s. o. p. 50, 51 u. ff., mich ausführlich geäussert. Ich habe hier nur noch Folgendes zu bemerken: Die thatsächlichen Angaben

[96]) Kölliker, Mikroskopische Anatomie, p. 413, 414.

Kölliker's stimmen, soweit sich solche auf Säugethiere beziehen, auch mit den Resultaten meiner Untersuchungen im Ganzen überein, so weit es die Form und die Grösse der Zellen, sowie deren Kern, Nucleolus und die Ausläufer betrifft. Was Kölliker über die mehrfachen Kerne in einer Zelle sagt, kann ich nicht zugeben. Ich will zwar das Vorkommen mehrfacher Kerne in einer Zelle nicht absolut in Abrede stellen; indess ist es mir wahrscheinlich, dass häufig genug die Kerne sehr gedrängt aneinander liegender verschiedener Zellen, wegen der Durchsichtigkeit des Zellenparenchyms selbst, für die Kerne einer einzigen Zelle gehalten werden. Eben so problematisch scheinen mir die Fälle von Theilung der Kerne, welche Kölliker anführt. Die mehrfachen Nucleoli in einem Kerne kommen scheinbar oft vor. Indess wird man immer finden, dass der angebliche zweite Nucleolus von einer etwas anderen Beschaffenheit ist als der entschieden als solcher zu erkennende. Jener ist kleiner, und kann auch für etwas Anderes gehalten werden (Umbeugungswinkel eines Elementarröhrchens, Fett-Tröpfchen). — Da Kölliker, wie oben (p. 50, 51 u. ff.) auseinandergesetzt worden, diese Zellen — welche er in der Substantia (gelatinosa) centralis grisea zahlreicher als in der Substantia gelatinosa Rolando fand [97]) — ohne genügende Gründe vom Nervengewebe ausgeschlossen hat, so gehe ich hier nicht in eine specielle Critik über den Unterschied der Nervenzellen von Saftzellen ein, und betrachte diese Kölliker'sche Zellen-Varietät einstweilen als genuin nervöse Elemente der grauen Substanz.

Zweite Form. Zellen der Substantia gelatinosa Rolando. In seiner mikroskopischen Anatomie, 1850, p. 414, sagt Kölliker: „Mit den eben geschilderten Zellen (der ersten Form, Substantia grisea centralis) stimmen die der Substantia gelatinosa an der Spitze der hinteren Hörner in Manchem überein. Dieselben (Fig. 126) messen 0,004—0,008''', selbst 0,012''', sind rundlich, birn- und spindelförmig, drei-, vier- und fünfeckig, weniger blass, sondern, durch leicht gelbliche Körnchen, dunkler, und besitzen ebenfalls Alle zarte blasse Fortsätze, die sich verästeln und schliesslich sehr fein auslaufen. Die Fortsätze sind jedoch spärlicher, zwei, drei, auch wohl nur einer an Zahl, kaum je mehr als vier [also doch zuweilen mehr als vier!], und die 0,003—0,005''' messenden Kerne immer nur einfach. In Bezug auf die Zahl stehen diese Zellen denen des grauen centralen Kerns bedeutend nach, indem neben ihnen noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andre ächte Nervenfasern (die fibrae propr. der Substantia gelatinosa, nach Kölliker) in der Substantia gelatinosa vorkommen, und die Zellen mehr nur in den Zwischenräumen derselben, namentlich der Wurzelfasern, sich befinden." In der 1. Aufl. seiner Gewebel., 1852, p. 276, führt Kölliker diese zweite Form oder Varietät der Nervenzellen auf; jedoch äussert er sich darüber nicht ganz wie in der mikroskopischen Anatomie. Er sagt: „Mit den eben geschilderten Zellen (der 1. Varietät, Substantia grisea centralis) stimmen 2. die der Substantia gelatinosa so ziemlich überein, nur dass sie leicht gelblich sind, und 1—3 Fortsätze und einfache Kerne haben." In der 2. Aufl. seiner Gewebelehrre, 1854, p. 294, sagt Kölliker von den Zellen der Substantia gelatinosa (welche hier als 1. Varietät der Zellen der grauen Substanz aufgeführt werden): „Ich unterscheide 1) die (Zellen) der Substantia gelatinosa, welche bei einer Grösse von 0,004—0,008''' leicht gelblich sind, und 1—3 Fortsätze und einfache Kerne haben." An einer späteren Stelle dieser 2. Aufl. seiner Gewebelehre, p. 304, giebt aber Kölliker diese Zellen als Nervenzellen ganz auf, und zählt sie zu den Saftzellen des Bindegewebes. Er sagt: „Zu diesem (Bindegewebe) zählt nicht nur der centrale Ependymfaden, wie Virchow zuerst angab, sondern es scheinen auch, wie Owsjannikow aussprach, die Zellen der Substantia gelatinosa der hinteren Hörner nichts als Saftzellen zu sein, ja ich finde jetzt, vor Allem schön bei Kindern, dass durch die ganze graue Substanz hindurch überall zahlreiche kleine sternförmige Zellen vorkommen, die ich, nach den

[97]) Kölliker, Mikrosk. Anat. l. c. p. 414.

Aufklärungen, die wir Virchow über die Elemente des Bindegewebes verdanken, nun ebenfalls zu diesem zähle..." Er fährt weiter unten fort: „..Doch ist es .. da .. keine charakteristischen Unterschiede solcher (Saftzellen) von Nervenzellen bekannt sind, bei kleinen Zellen sehr schwer zu unterscheiden, was sie sind. Alle Saftzellen laufen in feine blasse Fäden aus, welche mit den letzten Enden der Fortsätze der genuinen Nervenzellen die grösste Aehnlichkeit haben."

In Betreff dieser Zellen-Varietät kann ich die thatsächlichen Angaben Kölliker's als mit meinen Erfahrungen im Ganzen übereinstimmend erklären; die Zellen der Substantia gelatinosa habe auch ich (s. oben pag. 849) in Bezug auf Grösse, Form u. s. w. im Ganzen eben so wie Kölliker gefunden; ich fand vereinzelte aber grösser (bis $^1/_{15}'''$) als Kölliker, der die grösste darin $^1/_{80}'''$ (= 0,012''') messend fand, angiebt. Darin aber stimme ich mit Kölliker überein, dass die grösseren Zellen sich in der Substantia gelatinosa centralis nicht vorfinden. Dass die Zellen der Substantia gelatinosa (Rolando) dunkler seien, als die der Substantia gelatinosa centralis, ist nicht als Regel zuzugeben; und Kölliker selbst fand letztere zuweilen mit „dunkleren Fettkörnchen" (s. o.) versehen. Auch ist der andere, von Kölliker angedeutete, Unterschied nicht stichhaltig, dass die Zellen der Substantia gelatinosa Rolando spärlichere Fortsätze besitzen, als die Zellen der Substantia gelatinosa centralis; selbst in Kölliker's Abbildungen sticht das nicht hervor. Die Präparation zerstört in fast jedem Fall eine Anzahl von Fortsätzen; in letzterer kann also kein Criterion zur Unterscheidung gefunden werden. Dass die Substantia gelatinosa Rolando weniger Zellen enthalte, als die Substantia gelatinosa centralis, kann ich, nach meinen Erfahrungen, nicht zugeben. Es wäre durch Zählung der Zellen auf bestimmtem Raume beider Substanzen füglich möglich, diese Frage zu entscheiden. Wenn die Zellen der Substantia gelatinosa Rolando häufig grösser sind, als die der Substantia gelatinosa centralis, und in jener zahlreichere Nervenprimitivfasern vorkommen, so ist es begreiflich, dass — wenn man grosse Zellen und Nervenprimitivfasern mit einbegreift — in bestimmtem Raume der Substantia gelatinosa Rolando häufig weniger Zellen vorkommen. Das kann aber doch keinen charakteristischen Unterschied zwischen beiden Zellenarten bedingen. Dass die Zellen der Substantia gelatinosa Rolando nur einfache Kerne haben, im Gegensatz zu denen der Substantia gelatinosa centralis, in welchen Kölliker mehrfache Kerne annahm, kann auch nicht als Unterscheidungsmerkmal beider angesehen werden, denn die mehrfachen Kerne sind, wie ich oben angegeben, problematisch; in der Regel findet man nur Zellen mit einfachen Kernen. Wenn endlich Kölliker auch diese Zellen als Bindegewebszellen betrachtet, so giebt er gleichzeitig zu, dass ihm entscheidende Gründe dazu fehlen.

Kölliker scheint durch die Beschaffenheit der sehr zarten, feinen, durchsichtigeren, grauen Substanz des Kinder-Rückenmarks zur Annahme von „Saftzellen" gekommen zu sein. Nach Kölliker wäre nicht mehr zu unterscheiden, was Nervenzelle, was Saftzelle ist; die Grösse bedingt kein charakteristisches Merkmal (s. unten). Deshalb könnte man eben so gut den Satz wenden und behaupten: Alle die von Kölliker für Saftzellen gehaltenen Zellen sind ächte Nervenzellen. Einstweilen möge es genügen, diese Zellen als Elemente der Substantia gelatinosa Rolando (resp. grauer Substanz) hier aufgeführt zu haben. Ueber die Deutung dieser Zellen werde ich weiter unten ausführlich reden.

Dritte Form oder *Varietät der Nervenzellen.* Zellen der grauen Substanz (mit Ausnahme der Substantia gelatinosa), resp. Zellen der grauen Vorderhörner. In seiner mikroskop. Anatomie, pag. 415, fährt Kölliker fort: „Durch die übrigen Theile der grauen Substanz kommt schliesslich eine dritte Varietät von Nervenzellen vor, welche in ihren entwickeltsten Formen sehr ausgezeichnet ist, aber doch durch mannichfaltige Uebergänge an die Zellen der Substantia gelatinosa sich anschliesst. Jene ersteren (die entwickeltsten) sind nichts anderes, als die bekannten grossen, vielstrahligen Zellen, welche J. Müller bei den Myxinoiden, Remak bei den Säugethieren zuerst beschrieben haben. Dieselben sitzen vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, eine innere und äussere Gruppe bildend, kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner

und, wie ich mit Todd und Bowman behaupten muss, obschon weniger zahlreich, auch in den hinteren Hörnern, dagegen nie in der Substantia gelatinosa und in der grauen Commissur vor. Diejenigen unter ihnen, die an den Spitzen der vorderen Hörner sitzen, sind so zu sagen immer mehr oder weniger, oft ganz und gar, mit braungelben oder braunen Körnern von 0,0004—0,0008''' erfüllt, und lassen sich deshalb an comprimirten feinen Schnitten von erhärtetem Mark in ihrer Verbreitung und Lagerung äusserst leicht erkennen; anders die der Basis der vorderen und hinteren Hörner, die meist blass, so dass man sie nur bei einer feinen Präparation und starken Vergrösserungen erkennt und deshalb schwieriger in allen ihren Verhältnissen verfolgt. Doch giebt es auch Fälle genug, wo dieselben ebenfalls gefärbt sind" [daraus hätte Kölliker schliessen dürfen, dass die — sicher nicht constante — Färbung der an der Spitze der Vorderhörner befindlichen Zellen nichts Charakteristisches ist], „und da ist denn ihr Studium ebenfalls sehr leicht. In solchen Fällen nimmt man wahr, dass dieselben nie so zahlreich sind, wie in den Spitzen der Vorderhörner, und bald mehr gleichmässig zerstreut, bald hie und da gehäuft stehen, wie namentlich an der inneren Seite der Basis der Hinterhörner" [hier kommen aber die Zellenhaufen oft noch viel dichter vor, als in den Vorderhörnern, die Dorsalkerne; also ist auch hier Kölliker's Beschreibung nicht genau!]. „Alle diese Zellen sind 0,03—0,06''' gross, spindelförmig oder vieleckig, und mit 2—9 und noch mehr Ausläufern versehen. Ihr Inneres ist granulirt, wie erwähnt, häufig mit Pigmentkörnchen, die seltener die Zellen ganz erfüllen, sondern meist in der Nähe des einfachen, 0,005—0,008''' grossen, bläschenartigen Kernes mit grösserem Nucleolus (von 0,002—0,0025''') einseitig stärker angehäuft sind. Die Fortsätze, an ihrem Ursprunge oft 0,004—0,005''' dick, bestehen offenbar aus denselben Elementen, wie die Zellen selbst, nämlich einer zarten Hülle und einem zähen elastischen Inhalte, und sind anfänglich fein granulirt oder schwach streifig. Im weiteren Verlaufe, der bis auf 0,1—0,24''' verfolgt werden kann, werden sie mehr homogen, und ramificiren sich auf's Vielfältigste mit spitz- oder stumpfwinkeligen Bifurcationen so, dass schliesslich nahezu eben so feine Fäserchen wie bei den Zellen des centralen grauen Kerns von kaum mehr als 0,0004''' entstehen. Alle diese Ramificationen liegen in der grauen Substanz drin. Doch kommt es allerdings an den vordern Hörnern auch vor, dass einzelne der grossen Zellen theilweise oder selbst ganz in die innersten Theile der weissen Substanz eingebettet sind, in welchem Falle dann natürlich auch ihre Ausläufer theilweise durch deren Fasern hindurchziehen." In der „Gewebelehre" beschreibt Kölliker diese Form der Zellen (1. Aufl. p. 277, 2. Aufl. p. 294, in beiden Auflagen mit denselben Worten) nicht ganz so, wie in der „Mikroskop. Anatomie." Hier beschrieb er die Zellen in den Spitzen der grauen Vorderhörner pigmentirt — ohne Ausnahme — „so zu sagen immer" — und unterschied solche von den „meist blassen" der übrigen Theile der Vorderhörner; er stellte also gleichsam zwei Untervarietäten von Zellen in den grauen Vorderhörnern auf: 1) pigmentirte, an den Spitzen, 2) blasse, an der Basis der Vorderhörner und in der übrigen grauen Substanz.

Diesen Unterschied hat Kölliker 1852 bereits fallen lassen, und bleibt dabei auch 1854, indem er sagt: „Sehr entwickelte, ausgezeichnete Nervenzellen sitzen (2, 3) vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, eine innere und äussere Gruppe bildend, kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner, und, obschon weniger zahlreich, auch in den hinteren Hörnern, dagegen nie in der Substantia gelatinosa und in der grauen Commissur vor. Alle diese Zellen sind 0,03—0,06''' gross, mit 0,005—0,008''' grossen Kernen, spindelförmig oder vieleckig, häufig braun pigmentirt (u. s. w.) . . . die . . alle in der grauen Substanz drin liegen" (Gewebelehre, 1. Aufl. p. 277, 278; 2. Aufl. p. 294). Auch an einer späteren Stelle der 2. Aufl. seiner Gewebelehre, p. 304, wo Kölliker die Zellen der Substantia gelatinosa als „Saftzellen" aufführt, zählt er die grossen Zellen der grauen Vorderhörner und der Dorsalkerne zu den ächten Nervenzellen. Er sagt:

„Aechte Nervenzellen finde ich 1) in den vorderen Hörnern; 2) als ganz grosse Zellen in einer besonderen, bisher wenig beachteten, Gruppe in den vorderen inneren Theilen der Hinterhörner, im Dorsaltheile des Rückenmarks.“ Kölliker lässt hier also auch die Angabe (in der mikrosk. Anat., s. oben) fallen, dass einzelne dieser Zellen in der weissen Substanz eingebettet sind. Dieser letztere Umstand ist eine unbezweifelbare Thatsache. Uebrigens aber stimmen meine Beobachtungen mit den eben erwähnten neuesten Angaben Kölliker's — was die grössten Zellen betrifft — überein, und ich kann daher auch in Bezug auf diese dritte Varietät der Nervenzellen Kölliker's — was das Thatsächliche betrifft — nur sagen, dass Kölliker's Angaben fast ganz mit meinen Erfahrungen übereinstimmen. Was die Grösse der Nervenzellen betrifft, so fand ich zuweilen noch grössere Dimensionen (bis 0,08''', s. oben p. 847), als Kölliker angiebt. Eben so fand ich die Nuclei nicht selten grösser (bis zu 0,01''', s. o. p. 847); auch die Nucleoli grösser (bis zu 0,0033''', s. o. p. 847), als Kölliker angiebt. In Bezug auf das in den Nervenzellen enthaltene Pigment stimmt Kölliker's Angabe im Allgemeinen auch mit Dem überein, was ich sah. Jedoch muss ich in dem Punkte von Kölliker abweichen, dass ich nicht alle Nervenzellen im vorderen Theil der grauen Vorderhörner pigmentirt, und nicht alle Nervenzellen der grauen Hinterhörner und im hinteren Theile der Vorderhörner pigmentlos fand. In beiden findet man pigmentirte, wie pigmentlose Nervenzellen. Das Pigment erfüllt — wie ich mit Kölliker finde — immer nur einen Theil der Nervenzellen. In Betreff der Anzahl der Ausläufer kann ich ebenfalls die Angaben Kölliker's nur bestätigen. Jedoch finde ich die Breite der Nervenzellen-Fortsätze oft dicker, als Kölliker sagt, nicht selten über 0,005'''. Dass die Ausläufer bis 0,24''' in ihrem Verlaufe sich zuweilen verfolgen lassen — habe auch ich nicht selten gefunden (s. oben p. 852); eben so, dass sie sich ramificiren, und sich in feinste Elementarröhrchen auflösen. Dass diese Nervenzellen „durch mannichfaltige Uebergänge an die Zellen der Substantia gelatinosa sich anschliessen,“ muss ich — mit Kölliker — ganz besonders hervorheben. Und gerade hierin finde ich einen Grund, die ersteren nicht als eine besondere Varietät anzusehen.

Vierte Gattung oder *Varietät der Nervenzellen.* Kölliker's System zerstreuter Zellen der grauen Substanz des Rückenmarks. „Ausser diesen grossen, meist vielstrahligen Zellen, welche durch das ganze Rückenmark verbreitet sind, und wenigstens in den vorderen Hörnern in ihrer Zahl der Masse derselben entsprechen, kommen nun durch die ganzen vorderen und hinteren Hörner, mit Ausnahme der Substantia gelatinosa, noch sehr zahlreich, jedoch nicht in gesonderten Massen, sondern vereinzelt oder höchstens zu zweien oder dreien beisammen, zwischen den Nervenröhren dieser Theile noch kleinere Zellen vor, die eine vollständige Reihe zwischen den grossen Zellen und denen der Substantia gelatinosa bilden, und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen. Dieselben messen von 0,004—0,03''', meist 0,01—0,02''', haben immer nur einen Kern, seltenere und spärlichere Pigmentkörner, und meist nur 2—3 Fortsätze, die gerade eben so sich verästeln, wie bei andern Zellen, und eben so wenig bis zu wirklichen Enden oder einem Uebergang in Nervenfasern sich verfolgen lassen.“ So sagt Kölliker in seiner „Mikroskop. Anatomie“, p. 416 und 417. Er bildet auch diese Zellen in Fig. 128 (p. 417) ab. Auch noch 1852 und 1854 hält Kölliker diese Varietät der Nervenzellen als eine besondere aufrecht. In seiner „Gewebelehre“, 1. Aufl. p. 278, sagt Kölliker: „Ausser diesen grossen, meist vielstrahligen, Zellen kommen in der grauen Substanz noch sehr zahlreich, jedoch mehr vereinzelt zwischen den Nervenröhren derselben, kleinere Zellen vor, die eine vollständige Reihe zwischen den grossen Zellen und denen der Substantia gelatinosa bilden, und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.“ In der 2. Auflage seiner „Gewebelehre“, 1854, pag. 294, findet sich diese Beschreibung wörtlich wieder, und an einer späteren Stelle dieser zweiten Auflage, p. 304, wo er die Substantia gelatinosa als Bindegewebe, und ihre Zellen als Saftzellen aufzählt, rechnet er diese Zellen zu den genuinen Nervenzellen. Er sagt hier: „Aechte Nervenzellen finde ich . . 3) als

kleinere Zellen (Mikr. Anat. II. 1. p. 417. Fig. 128) hier und da durch die graue Substanz, auch der hinteren Hörner, zerstreut; doch ist es, nachdem einmal fest steht, dass auch Saftzellen in der grauen Substanz sich finden, und keine charakteristischen Unterschiede solcher von Nervenzellen bekannt sind, bei kleinen Zellen sehr schwer zu entscheiden, was sie sind."

Was nun die allgemeine Beschreibung betrifft, welche Kölliker von diesen Zellen giebt, so muss ich — meinen Erfahrungen nach — solche im Ganzen als naturentsprechend bezeichnen.

Es fragt sich aber, ob diese Varietät Kölliker's wirklich als solche besteht und anzunehmen ist. Dass solche grössere und kleinere, mehr spindelförmige, Zellen, wie sie Kölliker p. 417 seiner „Mikroskopischen Anatomie", Fig. 128, abgebildet hat, im Rückenmarke vorkommen, unterliegt keinem Zweifel. Man kann solche wohl in jedem feineren Querabschnitt des Rückenmarks sehen. Kölliker läugnet ihr Vorkommen in der Substantia gelatinosa. Hierin widersprechen meine Beobachtungen; ich finde diese Zellen sogar häufig in genannter Substanz. — Kölliker findet diese Zellen stets vereinzelt, nie haufenweis gruppirt. Auch hierin stimme ich Kölliker bei. Jedoch sehe ich hierin nicht den Anlass zu einer anatomischen Distinction. Es fragt sich nämlich, wie Kölliker diese seine Zellen-Varietät isolirt erlangt hat. Wenn man einen Querabschnitt aus gehärtetem Rückenmarke macht, so schneidet man gar manche Nervenzellen in deren verschiedensten Durchmessern durch, entzwei; und der Abschnitt zeigt dann nur die grösseren oder kleineren Fragmente der betreffenden Zellen. Einer solchen mutilirten Zelle sieht man aber nicht in jedem Falle an, ob sie verstümmelt ist, oder nicht; und so wird man — falls aus Segmenten die Zellen mit Nadeln isolirt werden — häufig in die Lage kommen, solche Zellenfragmente für noch ganze Zellen zu halten. Man kann in solcher Weise Zellen mit 1—2—3 Fortsätzen haben, scheinbar ganze; dennoch können ihnen 1—5—8 und mehr Fortsätze, selbst ein Theil des Parenchyms und des Kerns, weggeschnitten sein, ohne dass man im Stande ist, solches unter dem Mikroskop mit Bestimmtheit wahrzunehmen. Man wird zugeben, dass eine solche verstümmelte Zelle kleiner ist, als die ganze Zelle, die unversehrte, wovon jene nur ein Theil ist.

Die mannichfaltige Weise, in welcher ein Schnitt die Zellen trifft, muss die verschiedenartigsten Mutilationen von Zellen bedingen. Es ist daher bei Isolirung von Zellen aus feinen Abschnitten (aus gehärtetem Rückenmarke) die grösste Vorsicht nothwendig, wenn man die Form der im Abschnitte enthaltenen Zellen beurtheilen will. Aus diesen Mittheilungen geht wohl genügend hervor, dass man in jedem feinen Querabschnitt oder Längsabschnitt aus dem Rückenmarke zwischen den grossen vielstrahligen Zellen vereinzelte derselben findet, die kleiner sind, spärlichere Fortsätze haben und spärlichere Pigmentkörner, als die grössten Zellen — aus dem einfachen Grunde, weil jenen durch den Schnitt die betreffenden Theile weggeschnitten worden sind. Da der Schnitt begreiflicher Weise nicht alle Nervenzellen, welche in einem feinen Segmente aus dem Rückenmarke enthalten sind, mutilirt, sondern nur eine mehr oder minder grosse Zahl derselben, welche in sein Bereich fallen, viele Nervenzellen — vielleicht die Mehrzahl — aber auch wenig oder nicht verstümmelt werden, — so begreift es sich, dass man die mutilirten mehr vereinzelt, seltener zu 2—3 beisammen wahrnimmt, — wie das Kölliker von seiner „Varietät" sah. Da aber die Nervenzellen an den verschiedensten Stellen der grauen Substanz vom Schnitt getroffen und verkleinert werden können, so ist auch der Umstand klar, dass solche mutilirte Zellen an den verschiedensten Orten der grauen Substanz, gleichsam zerstreut, sich vorfinden, und dem Beobachter das Bild einer besonderen Zellen-Varietät darbieten können. Gesetzt aber auch, diese Nervenzellen seien wirklich immer von Natur so geformt, wie Kölliker sie beschreibt, und wie man sie häufig findet, so finde ich dennoch keinen Grund, eine besondere Varietät aus diesen Zellen zu machen. Denn die Uebergänge dieser Form zu den übrigen Formen sind zu häufig, als dass auf jene Form allein ein diagnostischer Werth gelegt werden könnte. — Wenn Kölliker glaubt, dass diese Zellen „eine vollständige Reihe zwischen den grossen Zellen und denen der Substantia gelatinosa bilden", so ist, was ihre Grösse betrifft, es sehr leicht erklärlich, dass die Mutilation die verschiedensten

Dimensionen dieser grossen vielstrahligen Nervenzellen bedingen kann und muss. Kölliker's Angaben deuten aber nicht absolut auf eine Zwischengrösse dieser Zellen zwischen den grössten und denen der Substantia gelatinosa hin. Kölliker giebt die Maasse dieser Zellen an von 0,03—0,004''' (meist 0,01—0,02'''); die Zellen der Substantia gelatinosa messen, nach Kölliker, 0,012—0,004—0,008''', die grössten der grauen Vorderhörner 0,03—0,06'''. Demnach sind die grössten Zellen dieser „Varietät" (von 0,03''') vollkommen gleich den kleinern oder kleinsten Zellen, welche zur Gattung der grossen vielstrahligen gehören (0,03'''); ferner sind die mittelgrossen Zellen dieser Varietät (von 0,01—0,02''') von gleicher Grösse derjenigen Zellen, welche Kölliker als die grössten der Substantia gelatinosa bezeichnet hat (0,012'''). Endlich sind die Mittelgrössen dieser Varietät (von 0,02—0,004''') vollkommen gleich den Mittelgrössen der in der gelatinösen Substanz sich vorfindenden Zellen (0,012—0,004''') — die kleinsten von 0,004''' selbst nicht ausgeschlossen. —

Demnach kann man — selbst nach Kölliker's eignen Angaben — nicht einmal eine „Reihe" von Zellen, die eine Zwischenstufe zwischen den grossen vielstrahligen Zellen und denen der Substantia gelatinosa bildeten, anerkennen — soweit es die Dimensionen betrifft.

Betrachtet man die von Kölliker [98]) gegebene Abbildung dieser Zellenvarietät, und vergleicht solche mit dessen Abbildungen der grossen vielstrahligen Nervenzellen [99]), so wie mit dessen Abbildung der Zellen aus der Substantia gelatinosa [100]), welche sämmtlich bei gleicher Vergrösserung (350 bis 360) gezeichnet sind, so findet man, dass die beiden seitlichen Zellen der Fig. 128 an Grösse den Zellen der grössten Gattung (Fig. 127) nicht nachstehen; und dass die kleineren mittleren Zellen der Fig. 128, namentlich die untere, nicht bloss den Zellen der Substantia gelatinosa (Fig. 126) nahe steht, sondern umgekehrt, kaum halb so gross oder breit ist, als die oberste Zelle der gelatinösen Substanz, in Fig. 126. Es kann also — hiernach — nicht füglich von einer besonderen Zwischengrösse zwischen den grossen Nervenzellen und denen der gelatinösen Substanz die Rede sein.

Nach Allem diesem glaube ich, dass diese „Varietät" Kölliker's nicht aufrecht erhalten werden kann. Fassen wir hiernach dasjenige, was Kölliker über die in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz des Rückenmarks vorkommenden Nervenzellen sagt, zusammen, so müssen dessen factische Angaben, als übereinstimmend mit dem Ergebnisse meiner Erfahrung, in den Satz formulirt werden, dass in der grauen Substanz des Rückenmarks Nervenzellen von der verschiedensten Grösse — von $^1/_{250}$''' (= 0,004''') bis $^1/_{15}$''' (= 0,06''') — resp. von $^1/_{300}$''' bis $^1/_{12}$''' — vorkommen, welche in allen wesentlichen Beziehungen die Eigenschaften, resp. anatomischen Charaktere der genuinen Nervenzellen haben, und welche in den wesentlichen Theilen ihres Baues vollkommen übereinstimmen, dergestalt, dass — nach den bisherigen Erfahrungen — nicht ein einziges haltbares charakteristisches Moment besteht, welches eine wesentliche Verschiedenheit der kleineren und grösseren Zellen von einander bedingt. —

Ich gehe nun zu Demjenigen über, was Kölliker — ausser den Nervenzellen und Nerven-Primitivfasern — als integrirende Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks bei (Fischen und) Säugethieren, resp. Menschen betrachtet, und als Bindegewebs- oder Saftzellen bezeichnet. Kölliker sagt [1]): „Ein Punkt, den Owsjannikow angeregt hat, verdient sicherlich alle Berücksichtigung, nämlich wie weit im Rückenmark Bindegewebe und Saftzellen verbreitet sind. Bei Fischen treten, nach Owsjannikow, in der grauen Substanz die Nervenzellen sehr in den Hintergrund, dunkelrandige Nervenfasern fehlen ganz, und besteht die ganze, allerdings nicht bedeutende, Centralmasse des Marks vorzüglich aus Bindegewebe. Bei Säugethieren ist nun allerdings das Verhältniss in

[98]) Kölliker, Mikrosk. Anat. 1850. l. c. pag. 417. Fig. 128.

[99]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 415. Fig. 127. [100]) Kölliker, ibid. p. 414. Fig. 126.

[1]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854. p. 304.

Manchem anders, indem die graue Substanz viele dunkelrandige Fasern und mehr Nervenzellen enthält; allein es ist durchaus nicht zu verkennen, dass in derselben auch Bindegewebe enthalten ist. Zu diesem zählt . . der centrale Ependymfaden . . (Virchow), und es scheinen (Owsjannikow) die Zellen der Substantia gelatinosa der hinteren Hörner nichts als Saftzellen zu sein . . und durch die ganze graue Substanz hindurch überall zahlreiche kleine sternförmige Zellen vorzukommen, die ich . . zu den Elementen des Bindegewebes zähle . . doch ist es . . da keine charakteristischen Unterschiede solcher (Saftzellen) von Nervenzellen bekannt sind, bei kleinen Zellen sehr schwer zu entscheiden, was sie sind. Alle Saftzellen laufen in feine blasse Faden aus, welche mit den letzten Enden der Fortsätze der genuinen Nervenzellen die grösste Aehnlichkeit haben, und vielleicht unter einander anastomosiren, und in Verbindung mit einer homogenen oder fein granulirten Substanz das Stroma darstellen, in welchem die ächt nervösen Elemente enthalten sind."

Ich habe bereits oben (p. 863) diese Angaben Kölliker's ausführlicher mitgetheilt, und nachgewiesen, dass die Annahme von Saftzellen im Rückenmarke nur eine willkührliche genannt werden kann, da jene Saftzellen — wie Kölliker selbst zugiebt — durch kein charakteristisches Merkmal als verschieden von Nervenzellen documentirt werden können. Man könnte sonst auch die grössten Nervenzellen als Bindegewebszellen oder Saftzellen grösster Gattung ansehen, die Zellen des Bindegewebes als kleinere Nervenzellen. — Beides wäre hiernach thunlich. Es fehlen ja charakteristische Unterschiede. Selbst wenn es wahr wäre — (was ich aber keineswegs zugebe, was sogar entschieden unrichtig ist) — dass im Rückenmark der Fische die kleinen Zellen und die feinsten Fasern vorherrschen, so dürfte dies noch nicht veranlassen, das Centrum des Rückenmarks zum guten Theil für einen Bindegewebsstrang anzusehen!

Das Stroma der grauen Substanz besteht also, nach Kölliker: 1) aus Saftzellen; 2) aus deren Fortsätzen; 3) aus einer fein granulirten Substanz; und woraus besteht letztere selbst? Diese Frage lässt Kölliker unbeantwortet. Ich verweise den Leser auf die später (bei den Erörterungen über Kupffer's Arbeiten) von mir aufgeführten Gründe, welche darthun, dass das Stroma der grauen Substanz des Rückenmarks nicht in der von Kölliker gedeuteten Weise zusammengesetzt ist.

Ueber die Elemente der grauen Substanz macht Lenhossék (1855, l. c. pag. 8) nur eine flüchtige Angabe. Dieselbe sei zusammengesetzt aus „einer structurlosen durchsichtigen Grundlage (hyalinen Substanz), in welcher Ganglienzellen eingebettet sind." Lenhossék giebt von den Nervenzellen unzweifelhaft zu, dass sie alle Eigenschaften der genuinen Nervenzellen im Allgemeinen besitzen; da er auch Querfasern in der grauen Substanz annimmt, obwohl er mit Unrecht Längsfasern derselben läugnet (p. 10), so giebt er auch selbstverständlich zu, dass die in der grauen Substanz vorkommenden Nervenprimitivfasern alle die anatomischen Charaktere der Nervenprimitivfasern überhaupt besitzen. In so fern mag auch Lenhossék's Ansicht im Allgemeinen als mit denen der übrigen Forscher und mit meinen Erfahrungen im Einklang stehend bezeichnet werden. Was aber dessen Angabe über die structurlose Grundlage der grauen Substanz betrifft, so kann ich diese nicht anders beurtheilen, als im Folgenden geschehen wird. Lenhossék bringt übrigens für seine Ansicht keine specielleren Gründe.

Ich gehe nun zu den Ansichten über, welche Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Arbeit (1857) über die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks ausgesprochen haben. Zwar ist vor Veröffentlichung dieser Arbeit von den Schülern Bidder's mehrfach über diese Materie gehandelt worden. Da aber die Ansichten jener Schüler Bidder's (Owsjannikow, 1854, Kupffer, 1854, Metzler, 1855) aus der Untersuchung von Rückenmarken niederer Wirbelthiere gewonnen, und hauptsächlich mittelst Schlüssen nach Analogie auf die Lehre von den Elementen der grauen Substanz des Menschen- und Säugethier-Rückenmarks übertragen worden sind, so schien es mir passend, auf die historisch-critischen Erörterungen über die Ansichten jener Männer erst bei der Besprechung über die

Elemente der grauen Substanz im Rückenmark der erwähnten niederen Wirbelthierklassen einzugehen, während ich hier erst die neuesten Ansichten Bidder's und Kupffer's zu betrachten habe, die sich auf die Elemente der grauen Substanz im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere hauptsächlich beziehen, und aus Untersuchungen an diesen gewonnen worden sind, ausserdem aber auch auf die übrigen Thierklassen Bezug haben.

Bidder und Kupffer (1857. l. c.) nehmen in der grauen Substanz des Rückenmarks zwar Nervenprimitivfasern und Nervenzellen an; jedoch betrachten sie diese genannten Theile nicht als die wesentlichen Elemente der grauen Substanz. Die letztere wird vielmehr von jenen Forschern der Hauptsache nach, und der grössten Masse nach, für Bindegewebe erklärt, in welchem die genuinen Nervenzellen und deren Fortsätze (= nackte Axencylinder, = Nervenprimitivfasern) nur eingelagert sind. Dass diejenigen Nervenzellen und Nervenprimitivfasern aber, welche sich thatsächlich in der grauen Substanz vorfinden, übrigens alle anatomischen Charaktere der Nervenzellen und Nervenprimitivfasern überhaupt besitzen — darin stimmen auch Bidder und Kupffer mit allen übrigen Forschern übererein. Es bleibt mir daher hier nur übrig, diejenigen Angaben der genannten beiden Autoren zu erörtern, welche als Gründe für die Identificirung der grauen Substanz des Rückenmarks mit Bindegewebe aufgeführt worden sind.

Zuerst behaupten Bidder und Kupffer (pag. 44), ganz mit Recht, dass „nicht alle in der grauen Substanz vorkommenden Fasern Nervenelemente sind.“ Sie stützen solches auf die Uebergänge von Fortsätzen der Pia mater, von dem Grunde beider Fissuren aus, in die graue Substanz; ausserdem aber auch noch darauf, dass die Epithelialzellen des Centralcanals Fortsätze in Form von Fasern in die graue Substanz senden, wo sie sich an andere Fasern anschliessen u. s. w., die also (p. 45), „weil sie von Epithelialzellen ausgehen, nicht Nervenfasern sind.“

Diese Thatsachen, deren Richtigkeit an und für sich unbezweifelt ist, können aber zu keinem andern Schlusse führen, als dass auch in die graue Substanz Bindegewebsfasern von der Pia mater her eindringen. Dieser Umstand stempelt aber die graue Substanz eben so wenig zum Bindegewebe, als die weissen Stränge, in welche sämmtlich, von der Pia mater aus, Bindegewebsfasern in Menge eintreten und da endigen, durch diese letzteren zu Bindegewebe gestempelt werden können. Was ferner den Uebertritt der Fortsätze der Epithelialzellen des Centralcanals in die graue Substanz betrifft, so ist auch dieser Umstand nicht geeignet, die graue Substanz als Bindegewebe zu charakterisiren. Denn es ist erst noch zu beweisen, dass die Epithelialzellen des Centralcanals nicht als genuine Nervenzellen anzusehen seien.

Bidder und Kupffer halten ferner die graue Substanz des Rückenmarks (wie des Gehirns) aus anderen Gründen für Bindegewebe [2]). Sie führen zunächst als Probabilitätsgrund für ihre Ansicht an, „dass die bekannten Erfahrungen über beträchtliche Verluste grauer Hirnsubstanz ohne erhebliche Beeinträchtigung der vom Gehirn ausgehenden Actionen, so wie der Nachweis einer raschen Regeneration und Hypertrophie der grauen Hirnsubstanz mit der Bindegewebsnatur derselben eher in Einklang zu bringen sind, als mit ihrer vermeintlichen, wesentlich nervigen, also zur höchsten Stufe organischer Elementarentwicklung gediehenen Beschaffenheit.“ Diese Gründe fallen aber vor der einfachen Thatsache, dass (nach den von Waller zuerst gemachten Erfahrungen) ein ausgeschnittenes Ganglion nach relativ kurzer Zeit sich reproducirt, und die genuinen Nervenzellen darin erscheinen, wie in den ursprünglichen. — Das Hauptmoment aber, welches Bidder's und Kupffer's Ansicht zu Grunde liegt, ist die von ihnen ausgegangene Behauptung, dass die graue Substanz vorherrschend zusammengesetzt sei aus Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern, so wie aus einer formlosen Masse, in welche

²) Bidder und Kupffer, 1857. l. c. p. 96, 97 u. a. a. O.

jene Bindegewebskörperchen so wie die genuinen Nervenelemente eingelagert seien. Die genannten Autoren äussern sich hierüber in folgender Weise:

Als nicht nervöse Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks bezeichnen Bidder und Kupffer (p. 45), ausser den Pia-mater-Fortsätzen und den Epithelialzellen des Centralcanals sammt ihren Fortsätzen, auch noch alle die „Fasern, die mit Zellen zusammenhängen, . . welche bisher als kleinste Nervenzellen" der grauen Substanz bezeichnet worden waren. Bidder und Kupffer beschreiben diese Zellen als „runde, theils oblonge, bald ohne Fortsätze, bald mit zwei oder mehreren Ausläufern versehene, dadurch eckige oder sternförmige Körper von 0,003'''—0,004''' im Durchmesser, mit tief dunklen Contouren, und einem in der Regel scharf begränzten Kern in der Mitte. Sie sind gleichmässig durch die graue Substanz verbreitet, ohne dass sich ein bestimmtes Gesetz in ihrer Anordnung nachweisen liesse. Die Ausläufer sind nicht selten so zart, dass sie nicht zwei seitliche Begränzungslinien darbieten, sondern als ein einfacher, wellenförmig verlaufender, Strich erscheinen. Die Ausläufer benachbarter Zellen gehen häufig in einander über, so dass dadurch ein Ansehen entsteht, wie es die anostomosirenden Knochenkörperchen in einem dünnen Knochenschliffe zeigen. . . Die Ausläufer hängen mitunter auch mit jenen Fasern zusammen, die von dem spitzen . . . Ende der Epithelialzellen des Centralcanals des Rückenmarks ausgehen . . ." Der Mangel der gelben Färbung, die in Chromsäurepräparaten den unzweifelhaften Nervenzellen zukommt, so wie die fehlende Verbindung mit entschiedenen Nervenfasern, „sprechen gegen die Nervenzellennatur dieser Elemente. Es sind diese Zellen also mit einem Worte Bindegewebskörperchen, und die mit ihnen zusammenhängenden Fasern sind die als spirale oder elastische Fasern bekannten Zumischungen zum Bindegewebe."

Mit dieser Deduction Bidder's und Kupffer's kann ich mich nicht einverstanden erklären. Weder die Grösse, noch die Form, noch die Färbung schliesst, wie ich das bei der Critik der Kupffer'schen Ansichten, über die graue Substanz des Frosch-Rückenmarks, weiter unten genau auseinandersetzten werde, diese kleinen, von B. und K. „Bindegewebskörper" genannten, Zellen von den genuinen Nervenelementen aus. Was B. und K. für Bindegewebszellen der grauen Substanz halten, sind nichts Anderes, als die Kerne von grösseren Zellen. Den Nucleolus dieser Kerne halten Bidder und Kupffer für den Kern. Das Parenchym der eigentlichen Zelle ist so durchsichtig, dass es an Chromsäurepräparaten und an feinen Abschnitten schwer zu beobachten ist, und gewöhnlich nur als ein leerer Raum um den Zellenkern erscheint. An solchen Chromsäurepräparaten aber, die mit Carmin imbibirt sind, ist mit genügender Evidenz zu erkennen, dass die von Bidder und Kupffer für Bindegewebszellen gehaltenen Theile in der That nur Kerne von Zellen sind. Da ich über alle diese Verhältnisse ausführlichere Erörterungen bei der Critik der Kupffer'schen Mittheilungen über die graue Substanz des Frosch-Rückenmarks geben werde, so verweise ich den Leser auf die spätere Stelle dieses Capitels, um Wiederholungen zu vermeiden. Die zarten Ausläufer sind bei jeder Zelle (resp. Zellen-Kern) nur Elementarröhrchen. Ein Ansehen wie bei Knochenschliffen bieten auch die ächten Nervenzellen in einem jeden guten Abschnitt, besonders schön auf Längsabschnitten, oft dar (s. z. B. meine Abbild. Taf. XV—XVII. Fig. 8 ff.). Dass sie mit Ausläufern der Epithelialzellen zusammenhängen, stempelt sie eben so wenig zu Bindegewebskörperchen, als der Umstand, dass Ausläufer der Epithelialzellen in breite Nervenfasern übergehen, jene ohne Weiteres zu Nervenzellen stempelt (s. das Capitel über die Substantia gelatinosa centralis). Wenn übrigens Bidder und Kupffer den Zusammenhang jener Zellenausläufer mit ächten Nervenfasern läugnen, so geschieht das — wie ich nach dem Ergebnisse meiner Erfahrungen behaupten muss, und wie ich weiter unten zeigen werde — gewiss mit Unrecht. Hiernach kann ich nicht mit Bidder und Kupffer übereinstimmen, jene Elemente als nicht nervöse zu bezeichnen.

Als nicht nervöse Elemente der grauen Substanz zählen Bidder und Kupffer (p. 47) ferner auf: die Commissura posterior, welche „zum Bindegewebe gehört," und welche „einen beträchtlichen

Theil der Faserzüge in der grauen Substanz“ bildet. „Ihre Bindegewebenatur erhellt am deutlichsten daraus, dass der in die hintere Rückenmarksspalte eindringende Fortsatz der Pia mater nicht selten sich in sie hinein verfolgen lässt.“

Wenn Bidder's und Kupffer's Ansichten über die Bindegewebenatur zweifelhafter Fasern der grauen Rückenmarks-Substanz irgendwo sich als entschieden unrichtig auf den ersten Blick schon documentiren lassen, so ist dieses in der Commissura posterior der Fall. Wenn man aus dem Rückenmarke von Säugethieren, z. B. eines Ochsen, gute Querabschnitte aus verschiedenen Höhen macht, so wird man in der hinteren Commissur breitrandige, doppeltcontourirte Nervenprimitivfasern in genügender Menge finden, und an isolirten Fasern dieser Commissur findet man, dass alle die als „querlaufende Fasern und Faserbündel“ der hinteren Commissur von Bidder und Kupffer bezeichneten Theile genuine Nervenprimitivfasern sind. Dass ein Fortsatz der Pia mater in sie hinein, und durch sie hindurch (in die Substantia gelatinosa centralis) geht, beweist, wie mehrerwähnt, eben so wenig, dass diese Commissur Bindegewebe ist, als durch den Umstand, dass die Pia mater zwischen weissen Hinter- und Vordersträngen eindringt, letztere zu Bindegewebe gestempelt werden müssen.

Ein zweiter Grund gegen Bidder's und Kupffer's Ansicht findet sich in dem evidenten Zusammenhang, in welchem die Fasern der hinteren Commissur mit unzweifelhaften Nervenprimitivfasern, welche die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln bilden, angetroffen werden.

Endlich lassen sich recht anschaulich die genuinen Nervenprimitivfasern der hinteren Commissur in solchen Chromsäurepräparaten darstellen, welche mit Carminlösung behandelt worden sind. Hier sieht man (an Querabschnitten) durch die intensiv roth gefärbten Bindegewebestränge (Pia mater) und die (Nervenzellen der) Substantia gelatinosa centralis hindurch die ungefärbten, ächten, breiten Nervenprimitivfasern von einer Seitenhälfte des Rückenmarks zur andern hindurchstrahlen, in Form mehr oder weniger breiter weisser Bänder (schon bei 50-facher Linearvergrösserung). Untersucht man einzelne isolirte Fasern dieser Bänder bei 360-facher Vergrösserung, so findet man dieselben ganz so, wie die Nervenprimitivfasern der weissen Stränge, d. h. der Axencylinder ist von Carmin roth gefärbt, während Nervenmark und Hülle ungefärbt sind.

Bidder und Kupffer haben sich bemüht, durch Aufstellung besonderer diagnostischer Merkmale, die von ihnen als Bindegewebs-Elemente bezeichneten Theile der grauen Substanz, im Vergleich zu den auch von ihnen als genuine Nervenelemente derselben angenommenen, unter dem Mikroskope von einander zu unterscheiden. Sie fanden in Betreff der Fasern, wie der Zellen, gewisse Criterien. Die mikroskopische Unterscheidung nackter Axencylinder oder markloser Nervenfasern von Bindegewebefasern oder den Elementen des elastischen Gewebes, oder Capillargefässen, halten Bidder und Kupffer (p. 26, 27) nur dann möglich, wenn jene mit Nervenzellen, oder diese mit Fortsetzungen unzweifelhafter Bindegewebsstränge, oder elastischen Fasernetzen, oder Capillargefässnetzen in Continuität gesehen werden. „Wenn aber ein solcher Zusammenhang nicht nachweisbar ist, wenn nur kurze Verlaufsstrecken oder Bruchstücke der nackten Axencylinder vorliegen, so ist eine Unterscheidung von den Elementen der Bindesubstanz oder des elastischen Gewebes schwierig oder geradezu unmöglich“ (pag. 27). Diese Merkmale sind zu der Unterscheidung der betreffenden Theile in Rückenmarks-Abschnitten so gut wie unbrauchbar, denn bei feinen Abschnitten aus dem Rückenmarke ist, mit Ausnahme der groben Pia-mater-Fortsätze, weder von unzweifelhaften Binde-Gewebssträngen, noch von elastischen Fasernetzen die Rede. Auch kommt man in der Regel nicht in den Fall, nur kurze Fragmente diagnosticiren zu müssen. Man findet in der grauen Substanz längere Strecken von Nervenprimitivfasern, an denen alle Charaktere genuiner Nervenprimitivfasern anzutreffen sind, häufig genug. Das Mikroskop giebt hier eine genügende Entscheidung.

Wenn Bidder und Kupffer „die Brauchbarkeit der zu genannter Unterscheidung empfohlenen histochemischen Mittel durchaus bestreiten“ (p. 28), weil die Pettenkofer'sche Probe an

isolirten Elementen des Nerven- und Bindegewebes die verschiedene Färbung nicht entschieden hervortreten lässt, sondern nur an gösseren Mengen dieser Substanzen, so muss ich dieser Ansicht ganz beitreten. Dennoch aber glauben Bidder und Kupffer charakteristische Verschiedenheiten zwischen beiden Zellenarten gefunden zu haben.

Die Unterscheidung der Nervenzellen von Bindegewebskörperchen ist, nach Bidder und Kupffer (p. 30), durch die Gestalt beider möglich, und durch die bei den Nervenzellen stets deutliche Zellen-Natur, resp. den sichtbaren Kern. Die Nervenzellen des Rückenmarks sind, nach Bidder und Kupffer, in der Regel eckig, „indem die von ihnen ausgehenden Fortsätze . . ihnen ein stern- oder strahlenförmiges Ansehen geben"; meistens seien sie dreieckig, doch kommen auch mehr oder weniger Ausläufer vor, können auch wohl . . . fehlen, je nach der Richtung des Schnitts, in welcher die Zelle vom Rückenmarke abgetrennt wurde. Ihre Zellen-Natur ist unverkennbar durch den „kreisrunden von scharfer Gränzlinie umschlossenen, hellen und durchsichtigen, mit 1 bis 2 Kernkörperchen versehenen Kern, . . dessen Durchmesser etwa $^1/_4$ desjenigen der Zelle selbst beträgt." — Die Bindegewebskörper haben zuweilen mehrere Ausläufer (namentlich im formlosen Bindegewebe); indessen überall, wo die Bindegewebselemente zu Strängen und Bündeln zusammengeordnet sind, erscheinen sie als „oblonge, nach zwei entgegengesetzten Seiten spindelförmig verschmälerte, und in ziemlich regelmässigen Längsreihen . . auf einander folgende Körper", oder . . sie erscheinen als „oblonge oder runde, in eine . . feingekörnte hyaline Grundmasse regellos eingebettete, scheinbar ganz fortsatzlose Körper." — Die Zellen-Natur der Bindegewebskörper ist „in der Regel weit schwerer darzuthun; gewöhnlich haben dieselben, weil die Zellenmembran dem Kern dicht anliegt, nur das Ansehen von Kernen mit Kernkörperchen, nicht selten . . hat man nur einen dunklen, unregelmässig körnigen, eckigen oder glattrandigen, mit Ausläufern versehenen, oblongen oder rundlichen Körper vor sich."

Setzen wir an diese angeblichen Unterscheidungsmerkmale den Maassstab der Critik, so bleibt, selbst nach Bidder und Kupffer, fast nichts übrig, ausser der problematischen Grösse, was eine Nerven- und Bindegewebszelle von einander unterscheidet:

1) Beide Zellenarten erscheinen mit und ohne Ausläufer.

2) Die Zellen-Natur beider ist unverkennbar, wenn man genau untersucht.

3) Die Anzahl der Ausläufer ist in beiden Zellenarten nicht wesentlich verschieden; und die durch die Ausläufer bedingte Sternform der Nervenzellen findet sich auch bei Bindegewebszellen so häufig, dass man (z. B. Kölliker u. A.) diese Sternform nahezu als die Regel der Bindegewebs-Zellenform angesehen hat. Dass auch genuine Nervenzellen der grössten Gattung oft eine oblonge Form haben, und nach beiden Seiten hin sich spindelförmig verschmälern — ist eine ganz leicht zu beobachtende Thatsache (Kölliker hielt diese oblongen Nervenzellen selbst für eine besondere Varietät, siehe oben).

4) Der Kern der Nervenzellen und der (angeblichen) Bindegewebszellen bietet — nach Bidder und Kupffer — streng genommen, keine Verschiedenheiten. Der Kern der genuinen Nervenzellen ist nicht stets kreisrund, und nicht stets hell und durchsichtig, oft oval und dunkel; eben so der Kern der angeblichen Bindegewebszellen. Die scharfen Gränzlinien (bei schwachen Vergrösserungen, bis 300—350) des Kerns der genuinen Nervenzellen finden sich häufig genug, selbst in der Regel auch an dem Kern der sogenannten Bindegewebszellen. Bidder und Kupffer sagen daher selbst: dass „die Bindegewebezellen oft das Ansehen von Kernen mit Kernkörperchen haben." Die Grösse des Kerns der genuinen Nervenzellen weicht nicht wesentlich von dem der sogenannten Bindegewebszellen ab, wie auch selbst die eben angeführte Aeusserung Bidder's und Kupffer's beweist. Und auch der Kern der genuinen Nervenzellen besitzt feine Ausläufer.

5) Dass die Zellenmembran der Bindegewebszellen enger dem Kern anliegt oder letzteren umschliesst, als die der Nervenzellen, kann nicht als diagnostisches Merkmal aus dem Grunde zugelassen werden, weil oft an genuinen Nervenzellen die Zellenmembran den Kern eng umschliessend gefunden wird; anderntheils aber — nach meinen Erfahrungen — die Zellenmembran der sogenannten Bindegewebs-Körper den Kern meist weit umschliesst.

6) Die verschiedene Grösse der Nervenzellen und der Bindegewebszellen bei den Wirbelthierklassen geben Bidder und Kupffer (p. 30) für das Rückenmark als charakteristisch an. Die Durchmesser der Nervenzellen variiren von 0,030''' bis 0,008'''; die Bindegewebszellen nur von 0,003''' bis 0,004'''. Hiernach sind selbst die kleinsten Nervenzellen noch beträchtlich, nämlich um das Doppelte, grösser als die grossen Bindegewebskörper. Bidder und Kupffer gestehen zu, dass „allerdings auch bei Bindegewebs- wie Nervenkörperchen häufige und nicht unbeträchtliche Schwankungen" in der Grösse vorkommen. Dennoch sollen sich „die Nervenzellen durch ihre beträchtlichere Grösse von den Bindegewebskörperchen unterscheiden lassen" (p. 30). Man wird zugeben, dass bei so schwankenden und selbst widersprechenden Angaben das von Bidder und Kupffer bezeichnete Unterscheidungsmittel seinen Werth verliert. Erst hätte Bidder und Kupffer sagen müssen, wie man ausserdem im Rückenmarke beide Zellenarten unterscheidet, denn diese obigen angeblichen Grössenunterschiede sind — nach dem Gesagten — streng genommen nur willkürliche, und die Grösse beider Zellenarten bietet keine sicheren Merkmale zur Diagnose (worüber weiter unten Genaueres). Es giebt (problematische, sogenannte) Bindegewebszellen von solcher Grösse, dass sie kleinen genuinen Nervenzellen mindestens gleich kommen, oft solche übertreffen.

Demnach sind die bis jetzt von Bidder und Kupffer beigebrachten Merkmale zur Unterscheidung besondrer Bindegewebszellen in der grauen Substanz des Rückenmarks nicht als stichhaltig anzusehen. Bidder und Kupffer (pag. 28, 29) finden es ungerechtfertigt, dass man annehme, alle Zellen im Rückenmarke seien Nervenzellen, und dass deren Grösse (0,002'' bis 0,06'') um das 30-fache variiren soll (nach Kölliker, p. 407), indem „gleichwerthige Formelemente eines und desselben Organismus nach allen bisherigen Erfahrungen solche Gränzverschiedenheiten, wie man sie hiernach den Nervenzellen zusprach, durchaus nicht darbieten" (p. 29). Die thierischen Organismen seien in Form und Grösse ihrer gröberen und feinsten Bestandtheile an Normen gewiesen, „die, wenn gleich nicht auf mathematisch feste Gränzen beschränkt, doch nicht Schwankungen darbieten, die zwischen 1 und 30 liegen, und dass, wo solche Grössenunterschiede wirklich vorhanden sind, sie als Beweis dafür gelten müssen, dass, welches auch sonst die äussere Aehnlichkeit solcher Formelemente sein mag, ihre innere Natur dennoch verschieden ist."

Bidder und Kupffer geben selbst zu, dass die Gränzen der Zellengrösse nicht mathematisch feste seien; dass also Verschiedenheiten und „nicht unbeträchtliche Schwankungen" (pag. 30) existiren. Erwägt man hierbei, dass die Zellen bei ihrer Metamorphose häufig ihre Grösse ändern, klein anfangen, sich vergrössern, später wieder zerfallen, sich verkleinern, so erklärt es sich, dass man Nervenzellen der verschiedensten Grösse antreffen muss, und dass in der Grösse nicht ein charakteristisches Merkmal für Nervenzellen, resp. Bindegewebszellen gefunden werden kann.

Sind die oblongen Bindegewebszellen reihenartig in evidenten Bindegewebssträngen enthalten, so wird Niemand solche für Nervenzellen halten, so wenig als man die grossen Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern des Rückenmarks für Bindegewebszellen hält. Aber wenn in feinen Abschnitten Theile von (mutilirten) Nervenzellen erscheinen, so wird es in vielen Fällen ganz unmöglich sein, zu sagen, was sie sind; eben das gilt von Theilen von (mutilirten) Bindegewebszellen. Nicht diejenigen Fälle kommen in Betracht, in denen man ausgebildete unverstümmelte Zellen vor sich hat, in Gewebstheilen, die in fast allen Fällen gleichmässig erscheinen, und kaum Zweifel über ihre Elemente aufkommen lassen (Vorderhörner), sondern hier fragt es sich, ob man Kennzeichen hat, die unter allen Umständen

Zellen oder Zellentheile charakteristisch verschieden erscheinen lassen, je nachdem es Nervenzellen oder Bindegewebszellen sind. Bis jetzt sind aber die mikroskopisch-histologischen Charaktere beider noch nicht so aufgehellt, dass eine differentielle Diagnose möglich wäre, und was die Verschiedenheiten in der Grösse beider Zellenarten betrifft, so existiren, wie gesagt, keine charakteristischen.

7) „Das beste Mittel aber zur Unterscheidung der Nervenzellen und Bindegewebskörperchen ist in dem Chromsäurepräparat die verschiedene Farbe derselben", nach Bidder und Kupffer (p. 31, 32). „Die Nervenzellen nehmen eine gelbe Farbe an, und eine um so intensivere, selbst in's Röthliche spielende, je länger die Einwirkung der Chromsäure gewährt hatte. Die Bindegewebs-Körperchen bleiben ganz farblos, obgleich das ganze Rückenmark . . gelblich grün gefärbt erscheint — oder zeigen höchstens eine so schwach gelbliche Tinction, dass von einer Verwechselung mit den Nervenkörpern nicht die Rede sein kann."

Reducirt man die hier gegebenen Merkmale auf die nackte Wesentlichkeit, so bleibt für die Nervenzellen eine „gelbe Farbe", für die Bindegewebszellen eine „schwach gelbe Tinction." Bedenkt man, dass je kleiner oder dünner ein gefärbter Körper ist, desto durchsichtiger er unter dem Mikroskop, resp. desto lichter dessen Farbenton erscheinen muss, und erwägt man, dass Bidder's und Kupffer's Bindegewebskörper so viel auffallend kleiner sind, als die von ihnen unter ächten Nervenzellen verstandenen Elemente, so wird auch dieses Criterion, welches Bidder und Kupffer an Chromsäure-Präparaten finden, nicht mehr als haltbar angesehen werden können. Wie wenig aber von der gleichartigen Färbung verschiedener organischer Theile auf die Gleichartigkeit ihres Gewebes ein Schluss zu ziehen gestattet ist — kann man auf die schlagendste Weise aus dem Umstande ersehn, dass ein in Chromsäure gehärtetes Rückenmarks-Stück, wenn solches einige Tage oder Wochen in eine alkalische Carminauflösung gelegt wird, schon gleich in den ersten Stunden oder Tagen die Pia mater, so wie alle von der Pia mater ausgehenden Fortsätze, die Axencylinder der Nervenprimitivfasern der verschiedenen Stränge, die Zellen aller Grössen — nicht aber das Nervenmark und die Hüllen der Nervenprimitivfasern der weissen Stränge und der grauen Substanz — roth färbt. Dass die gelbe Farbe, welche die Nervenzellen durch die Chromsäure annehmen, nicht constant, und daher nicht als diagnostisches Zeichen zu betrachten sei, wodurch die Nervenzellen sich von andern Elementen des Rückenmarks unterscheiden lassen, sagt auch Jacubowitsch (1857, l. c. p. 56) ganz übereinstimmend mit meinen Erfahrungen. „Die kleinen Empfindungszellen sind bald sehr stark tingirt, während die grossen, multipolaren wenig oder gar nicht gefärbt erscheinen", oder umgekehrt [3]).

Als nicht nervöse Elemente der grauen Substanz bezeichnen Bidder und Kupffer (p. 46) ferner „eine formlose Masse, die im frischen Zustande und nach Anwendung von Alkalien gallertartig durchscheinend, in Chromsäurepräparaten dagegen feinkörnig oder von granulirter Oberfläche erscheint." Bidder und Kupffer meinen hier besonders die Substantia gelatinosa Rolando, und die von mir als Substantia gelatinosa centralis bezeichnete Masse. Dass diese Massen Bindegewebe seien, finden Bidder und Kupffer auch dadurch bewiesen, dass „in sie mehrere . . . Bindegewebsfaser-Züge, nämlich die Bündel, in welche sich die in die Rückenmarks-Spalten eindringenden Fortsätze der Pia mater theilen, übergehen, indem sie ohne deutliche Gränze in dieselbe sich auflösen, und beide mit einander verschmelzen."

[3]) Der Axencylinder, „wenn er nackt vorliegt", soll, nach Jacubowitsch (1857, p. 6) niemals durch die Chromsäure „„tingirt"" werden, . . eine Ausnahme sollen die Axencylinder in der grauen Rückenmarks-Substanz und anderer Theile des Centralnervensystems bilden (die Jacubowitsch nicht näher bezeichnet). Am stärksten werde das Bindegewebe gefärbt. Ich kann indessen mit diesen Aussprüchen nicht ganz einstimmen. Wenn die Chromsäurelösung stark genug ist und lange genug einwirkt, so werden alle Theile (Bindegewebe wie Nervengewebe) von ihr dunkel gefärbt. Die graue Substanz rascher als die weisse, das Bindegewebe rascher als die graue Substanz.

Ich habe bereits oben darauf hingewiesen, dass aus dem Uebergang des Formtheils eines Gewebes in oder zwischen die Elemente eines anderen Gewebes noch nicht die Identität beider folgt; was Bidder und Kupffer daher hier für ein Beweismittel ansehen, kann nicht als solches zugelassen werden. Was übrigens Bidder und Kupffer für eine formlose, gallertartige, resp. granulirte, Masse halten, ist — nach meiner Ansicht (s. unten) — nichts Anderes, als das unentwirrbare, filzartige, feine Gewebe von Nervenzellen-Fortsätzen und Nervenprimitivfasern. Dass auf feinen Längs- oder Querabschnitten ein solches Gewebe körnig oder granulirt erscheint, begreift sich leicht, indem man die feinen Nervenzellen-Fortsätze alsdann in den verschiedensten Quer- und Schrägdurchschnittsflächen zu Gesicht bekommt, ohne dass man immer den Verlauf der einzelnen darin genügend zu unterscheiden im Stande ist.

2. Die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks der Vögel betreffend.

In der grauen Substanz des Rückenmarks der Vögel nimmt Metzler (l. c. 1855) sowohl Nervenprimitivfasern wie Nervenzellen an, und an diesen Elementen statuirt er alle charakteristischen Eigenschaften der peripherischen wie centralen Nervenprimitivfasern und Nervenzellen überhaupt. Metzler (p. 38, 39) beschreibt diese Fasern in der grauen Substanz des Vogel-Rückenmarks: „semper etiam fibras medullam continentes lineisque extremis duplicibus circumdatas", nicht aber als nackte Axencylinder wie bei Fischen und Fröschen (wie Owsjannikow und Kupffer gesehen haben wollten). „Illa enim ratio in piscibus obvia, qua nudi axis cylindri demum vel eo loco, quo e medulla spinali excedunt, vel, id quod in ranis observatur, intra substantiam albam vagina medullari obvolvuntur, in avibus a me inventa non est." Auch läugnet Metzler (p. 54) „fibrae propriae cinereae" und „fibrae nerveae gelatinosae" in der grauen Substanz; und in so weit sind dessen Anschauungen übereinstimmend sowohl mit meinen eignen Erfahrungen am Vogel-Rückenmark, wie mit den entsprechenden anderer Forscher über die betreffenden Elemente.

Metzler betrachtet aber sowohl die ächten Nervenprimitivfasern wie die genuinen Nervenzellen nicht als constituirende Elemente der grauen Substanz, sondern nur als in die graue Substanz eingelagerte, während er die graue Substanz des Rückenmarks ihrer Hauptmasse und ihrem Wesen nach für Bindegewebe erklärt. Diese seine Behauptung hat Metzler durch eine lange Reihe von Gründen zu stützen versucht, und die von Owsjannikow nach Untersuchungen an Fischen (s. unten), so wie die von Kupffer nach Untersuchungen an Fröschen (s. unten) gewonnenen Ansichten schienen ihm auch an dem Rückenmark der Vögel Bestätigung zu finden. Diese Gründe Metzler's genauer zu prüfen, ist nun im Folgenden meine Aufgabe.

Metzler behauptet (l. c. p. 17), gleich Kupffer, dass das Rückenmark dem grössten Theile nach aus zwei Geweben bestehe, aus Nerven- und Bindegewebe.

1) An einem feinen Querabschnitt von einem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke zeigen die Pia mater und die graue Substanz eine gleiche Farbe („colorem aequabilem eumque lucidum subfuscum..").

2) Auch das Gewebe beider sei gleich („texturâ etiam . . pia mater substantiaque cinerea pares sunt"). Es bestehe aus zahllosen Streifen und Fasern, nach allen Richtungen hin sich kreuzend und durchwebend, zwischen denen nur selten Fasern mit scharfer und regelmässiger Begränzung durch längere Strecken in Continuität gesehen würden. „Striae fibraeque . . innumerae in omnes regiones decurrentes interque sese decussatae et altera alteri implicitae, inter quas raro tantummodo fibrae limitibus distinctis ac regularibus circumdatae, per longius spatium porrectae, in conspectum veniunt, tum piae matris tum substantiae cinereae texturam constituunt", p. 17, 18.

3) Zwischen jenen Fasern sehe man eine hyaline Substanz, in welcher kleine Zellen, von Kupffer beschrieben, bemerkt werden. Diese Zellen hätten bisweilen („interdum processus dimittunt“) Fortsätze, welche miteinander zusammenhängen („quos inter se conjunctos esse videas“). Ein an Farbe und Textur gleiches Gewebe sehe man zwischen den Querdurchschnitts-Flächen der Längsfasern der weissen Substanz des Rückenmarks, und in den Lücken zwischen der weissen Substanz.

4) Nach Befeuchtung des Präparats mit verdünnter Schwefelsäure (welche die Farbe des Präparats ändert, das Gelbe in Grau verwandelt, das Gewebe durchsichtiger macht) zeigen Pia mater und graue Substanz ein ganz gleiches Verhalten bei ihren Veränderungen („Enim utraque turgescit, utrius fibrae striaeque minus manifestae sunt, in utraque substantia fundamentalis, pellucida atque hyalina, nucleis cellulisque et fibris irregulari modo inter se decussatis praedita, cognoscitur“), sie schwellen auf, ihre Fasern werden undeutlicher, die Substantia fundamentalis mit den Kernen und Zellen wird deutlicher. Hieraus schliesst Metzler: Jene Fasern (in grauer Substanz und Pia mater) seien nichts Anderes, als Falten der structurlosen Grundsubstanz, welche bei'm Aufquellen jener Masse durch die Schwefelsäure verschwinden („Unde elucet, fibrarum illarum, quarum maxima antea adfuit multitudo, plurimas [und die übrigen?] nihil aliud esse, nisi hujus substantiae fundamentalis stucturâ carentis plicas, quae, massa ista turgescente, evanescant“, l. c. p. 18). Je länger die Einwirkung der Schwefelsäure, desto stärker werden diese Veränderungen, so dass nach 24—48-stündiger Einwirkung „magnas piae matris substantiaeque cinereae portiones, praesertim regionem circa canaliculum centralem positam cornuumque posteriorum fines, et processus a pia matre profectos, qui in fissuras se immergunt, omnino aequabiliter perlucere cernas.“

5) Die Nervenfasern dagegen, welche durch die graue Substanz laufen, erscheinen scharf, und bleiben unverändert, selbst bei längerer Einwirkung der Schwefelsäure, im Gegentheil ihre Doppelcontouren werden nur um so deutlicher [und die einfach contourirten?].

6) Aus verschiedenen oder ähnlichen Veränderungen, welche zwei Gewebe nach Einwirkung chemischer Agentien zeigen, könnten mit bestem Rechte Schlüsse über ihre gleiche oder verschiedene Natur gezogen werden. Da nun Chromsäure beide Gewebe ganz gleich färbe, und Schwefelsäure beide Gewebe in gleicher Weise verändere, so seien beide für identisch („pro telis omnino paribus“) zu halten.

7) Da nun die Pia mater stets als Bindegewebe angesehen worden sei, müsse auch die graue Substanz dafür gehalten werden.

8) Die Meinung, dass alle das Rückenmark constituirenden Theile nervöse Elemente seien, sei falsch [zuzugeben!], denn in allen andern Organen bilde Bindegewebe einen Hauptbestandtheil, und das Rückenmark mache keine Ausnahme. Da nun die Rückenmarks-Nervenwurzeln und die graue Substanz, „ratione structurae anatomicae habita“ [das ist aber nicht anatomisch, was Metzler sagt, sondern nur chemisch untersucht], keine Aehnlichkeit mit einander hätten (p. 20) und gegen chemische Reagentien sich ganz und gar nicht gleich verhielten, so müsse die Erklärung, dass graue Substanz ein nervöses Gebilde sei, auch zugestehen, dass zwei ganz verschiedene Nervensubstanzen („duo nervorum genera omnino diversa“) existirten, deren eine dem Bindegewebe ganz ähnlich sei.

9) Da nun aber das Charakteristische einer Nervenfaser in anatomischer Hinsicht, der Axencylinder nämlich, an den feinsten Fasern nicht nachweisbar sei, — also auch nicht an den feinsten Fasern grauer Substanz, und bekanntlich das Bindegewebe die verschiedensten Formen von Fasern zeige („diversissimas formas speciesque induere“), so könne aus der Form des einen Gewebes kein Unterscheidungsmerkmal vom andern abgeleitet werden („ex forma altera ad alterius dijudicationem neutiquam certam normam repeti posse“), und daher würden jetzt die histologischen Elemente des Rückenmarks fast willkürlich bald zum Nerven-, bald zum Bindegewebe gerechnet („res nunc eo deducta est,

ut prout cuique libuerit, elementa quaedam histologica modo ad nervos modo ad telam conjunctivam referantur", p. 21).

10) Während nun aber als Bindegewebe alles Dasjenige in einem Organe anzusehen sei, was nicht zu dem ihm eigenthümlichen Gewebe (mit Ausnahme von Gefässen und Nerven) gehöre, möge es auch die verschiedensten Formen zeigen („quidquid in organo aliquo ad telam ei propriam ac peculiarem non pertineat, tela conjunctiva dicatur . . licet ea diversissimas formas prae se ferat", p. 21), so sei hiergegen als Nervenfaser nur diejenige Faser zu bezeichnen, welche die beiderseitigen (gelben) Doppelcontouren, mit regelmässigem und meist parallelem Verlauf, und den Axencylinder zeigen [aber die feinsten Fasern ohne Doppelcontour? Die wären also keine Nervenfasern? Bis zu welcher Vergrösserung findet Metzler die Doppelcontour?]. Eine Ausnahme bildeten die Nervenzellenfortsätze, die — selbst Axencylinder — stets regelmässige Begränzung zeigten, gewisse Fasern bildend, in längeren Strecken sichtbar, von dem umgebenden Gewebe grauer Substanz sicher unterscheidbar, keinen Anlass zur Verwechselung böten [also noch 1855 hielt Bidder die Ansicht fest, dass alle Nervenzellenfortsätze Axencylinder seien].

11) An der Uebergangsstelle der grauen Substanz in die weisse bemerke man (p. 21, 22), dass das Bindegewebe, resp. die graue Substanz, sowohl als Umhüllung der Nervenfasern diene, wie als Ausfüllungsmittel der zwischen jenen befindlichen Zwischenräume. Die Nervenfasern seien nämlich (nach Kupffer) wie in ein Lager von Bindegewebe eingebettet. Es müssten, weil die Nervenfasern cylindrisch (rund) seien und nebeneinander verliefen, Zwischenräume zwischen ihnen entstehen, und diese Lücken müssten doch durch irgend eine Substanz ausgefüllt sein; und diese ausfüllende Substanz bestehe aus Bindegewebe. Bewiesen würde dieses durch die Chromsäurepräparate, und auch durch die Wirkung der Schwefelsäure auf die weisse Rückenmarkssubstanz documentirt. Nach Anwendung der Schwefelsäure würde die zwischen den einzelnen Nervenfasern gelegene Substanz von gleicher grauer Farbe, wie die graue Substanz des Rückenmarks, und quelle auf. Durch das Aufquellen dieser Zwischensubstanz würden die Nervenfasern von einander entfernt („fibras inter se discedere", p. 23), und dann beobachte man ganz deutlich, dass die Zwischenräume zwischen ihnen durch ein Gewebe von oben erwähnter Beschaffenheit ausgefüllt würden.

12) An Querabschnitten sehe man in der Mitte jeder Nervenfaser denselben Axencylinder, umgeben von der gelbgefärbten Markscheide, letztere begränzt von einer einfachen Kreislinie, der primitiven Hülle, oder einer zweiten, durch Verbindungslinien mit der ersten zusammenhängenden, Gränzlinie, welche sich zu den nebenliegenden Fasern fortsetzt, und in deren Gränzlinien übergeht („altera .. linea extrema, quae evidenter ad fibras juxta collocatas continuata, in extremos earum limites transit") [Metzler beschreibt hier die Elementarröhrchen benachbarter Nervenfaserhüllen, die mit einander communiciren]. Daher müsse auch in der weissen Substanz ein zusammenhängendes continuirliches Gewebe angenommen werden, das Löcher oder Lücken ähnlich einer Bienenwabe hat, in welche Lücken die Nervenfasern gleichsam eingefügt erscheinen. Um jede Nervenfaser sei ein solches Gewebe herum vorhanden, und das ersehe man am deutlichsten daraus, dass am Rande eines feinen Querabschnitts unter dem Mikroskop zuweilen halbrunde Figuren erscheinen, aus welchen die Segmente der Nervenfasern herausgefallen sind („saepe in segmenti microscopio subjecti margine figurae quaedam semirotundae in conspectum venerunt, ex quibus fibrarum segmenta exciderant", p. 23).

13) Nach 24—48-stündiger Einwirkung der Schwefelsäure können, wegen Erweichung („relaxationem") der Theile, die Fragmente der in einem Querabschnitt enthaltenen Fasern umgequetscht werden; dann liegen sie aber in regelmässigen Reihen („certae earum series confertim collocatae cernuntur", p. 23). Daraus schliesst Metzler, dass ein Gewebe bestehen müsse, welches die Nervenfasern unter einander verbände, sonst müssten sie wirr durcheinander liegen. Dazu komme, dass man alsdann auch eine Substanz erblicke, wodurch jede Faser wie mit gelben Linien umgeben erscheine („quod

tunc etiam massam quandam plane conspicere licet, qua fibra lineis fuscis circumdata cingetur", p. 24). Erst nach mehrtägiger Einwirkung der Schwefelsäure, wenn das Bindegewebe zerstört sei, sehe man einzelne jener Nervenfasern zerstreut, „hic illic dispersae."

14) Das nämliche Gewebe finde sich auch in den Lücken, welche durch die weisse Substanz, gleich Radien, von der grauen an bis zur Peripherie der weissen, sich hindurch erstrecken. Durch Anwendung von Schwefelsäure erkenne man, dass in mehreren dieser Lücken deutlich Nervenfasern hindurchstrahlen, in anderen Gefässe, in anderen aber nichts der Art, sondern diese seien nur durch Bindegewebe erfüllt („quae nihil aliud videntur esse, nisi parietes intergerini firmiores inter majores fibrarum nervearum fasciculos interjecti", p. 24).

Gegen diese Identificirung der Pia mater, resp. des Bindegewebes und der grauen Substanz des Rückenmarks — wie Metzler solches versucht hat — ist Folgendes einzuwenden:

ad 1) Die Thatsache, dass graue Substanz und Pia mater auf Querabschnitten von Chromsäurepräparaten eine gleiche Farbe zeigen, kann zugegeben werden. Daraus folgt aber noch nicht, dass beide Theile ein gleiches Gewebe besitzen. Denn wenn die gleichmässige Färbung zweier Gewebe durch eine und dieselbe färbende Substanz ein entscheidender Grund zur Identification beider in histologischer Hinsicht wäre, alsdann müsste man unter gewissen Umständen auch die Axencylinder der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks für Bindegewebe erklären, und die Hülle derselben Nerven-Primitivfasern davon ausschliessen. Wenn man nämlich ein in Chromsäure gehärtetes Rückenmark (von Vögeln, wie von Säugethieren und andern Wirbelthieren) in eine schwach alkalische Auflösung von Carmin legt, und nach einigen Tagen feine Quer- oder Längsabschnitte davon macht, alsdann findet man, wie ich schon p. 875 bemerkte, dass die Pia mater und ihre Fortsätze sowohl, wie die graue Substanz überhaupt, auffallend roth gefärbt sind; gleichzeitig aber findet man auch die Axencylinder der Nervenprimitivfasern in allen weissen Strängen (wie in der grauen Substanz) roth gefärbt, während die übrigen Theile der Nervenprimitivfasern, das sogenannte Nervenmark sammt Hülle, keine Spur des Farbestoffs in sich aufgenommen haben. Diese einfache Thatsache, die ich vielfach beobachtet habe, genügt, um die obige Ansicht Metzler's entscheidend als ungenügend zu bezeichnen.

ad 2) Das Gewebe der Pia mater und der grauen Substanz ist allerdings in mancher Beziehung einander ähnlich, und in beiden findet man, wie Metzler richtig angiebt, Streifen und Fasern der verschiedensten Richtungen. Indessen ist nicht zuzugeben, dass die Fasern in beiden Theilen sich gleich verhalten. Die Fasern der Pia mater zeigen meistens einen regelmässigeren Verlauf, und bestehen in der Regel aus $^1/_{1500}'''$ breiten Elementen, welche allerdings — isolirt — von entschiedenen Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern oder der Nervenzellen durchaus nicht unter dem Mikroskope zu unterscheiden sind. Die feinsten Fasern (Elementarröhrchen) der grauen Substanz verlaufen aber bei weitem verworrener unter einander, als die der Pia mater, in welcher letzteren oft genug Netze oder Gitterwerke von in regelmässigen Richtungen oder Reihen sich kreuzenden Faserzügen gefunden werden, wie man sie in der grauen Substanz niemals findet. Wenn gleich aber die feinsten einzelnen — isolirten — Elemente beider Theile mit unsern jetzigen Hülfsmitteln unter dem Mikroskope noch nicht von einander unterschieden werden können, so ist es darum doch nicht gestattet, beide zu identificiren; sonst würde jeder Unterschied zwischen den feinsten Elementen der Nervenprimitivfasern, der Nervenzellen und des Bindegewebes fallen müssen, was um so weniger gestattet ist, als sich doch auch noch andre Gründe finden, welche gegen eine solche Identification sprechen, wie ich bald weiter zeigen werde.

ad 3) Die hyaline (mit kleinen Zellen versehene) Substanz ist — wie ich (s. u. bei der Critik über Kupffer's Ansichten) später noch genauer zeigen werde, und oben, pag. 876, zum Theil schon gezeigt habe, — nicht als ein wesentlicher Theil der grauen Substanz zuzulassen. Dieselbe ist nichts Anderes als das Conglomerat von feinsten Fragmenten und Querdurchschnittsflächen von Elementar-Röhrchen, resp. feinsten Fortsätzen von Nervenzellen und Nervenprimitivfasern der grauen Substanz,

die auf das Innigste mit einander verfilzt und verwoben sind, und auf Quer- oder Längsabschnitten das Bild einer granulirten, gleichmässig beschaffenen, resp. structurlosen Substanz darbieten; bei den höchsten Vergrösserungen aber als Elementarröhrchen erkannt werden können. — Die Zellen in diesem Filzwerke von feinsten Fasern, welche Metzler für Bindegewebszellen erklärt, haben auch im Vogel-Rückenmark alle Charaktere der genuinen Nervenzellen, eben so wie bei dem Menschen- und Säugethier-Rückenmark. Ich habe bereits oben, p. 873 u. ff., bei der Erörterung über Bidder's und Kupffer's neuesten Ansichten gezeigt, dass eben diese Zellen nicht von Nervenzellen unterschieden werden können, und werde weiter unten — bei der Besprechung von Kupffer's Ansichten über diese Zellen im Frosch-Rückenmark — noch weitere genauere Beweise bringen.

Wenn Metzler behauptet, dass man zwischen den Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Vogel-Rückenmarks (an Querabschnitten) ein gleiches Gewebe wie in der grauen Substanz sehe, so beweist Metzler hierdurch, dass er verschiedene Gewebe mit einander identificirt. Denn zwischen den einzelnen Nervenprimitivfasern der weissen Substanz sieht man — mit Ausnahme der Blutgefässe und Pia-mater-Fortsätze — kein anderes Gewebe, als dasjenige, welches die Hüllen, resp. das Mark der verschiedenen Nervenprimitivfasern constituirt. Metzler hat hier die kurzen Fragmente in Continuität und die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Elementarröhrchen, welche die gegenseitige Verbindung der benachbarten Nervenprimitivfasern der weissen Stränge untereinander bewirken, als hyaline Substanz bezeichnet; eine Bezeichnung, welche um so weniger zulässig ist, als die Thatsachen ihr widersprechen, und durch sie eine Verwirrung in der Lehre von den Nervenelementen herbeigeführt wird. Ich kann — nach dem Ergebnisse meiner Erfahrungen — zwischen den Nervenprimitivfasern der weissen Stränge des Vogel-Rückenmarks (eben so wenig wie in andern Thierklassen) keine besondere hyaline Substanz statuiren (siehe übrigens weiter unten, im Capitel über das gegenseitige Verhältniss der Nervenelemente des Rückenmarks, das Genauere).

Dass auch in der weissen Substanz isolirte Zellen vorkommen, ist zuzugeben, nicht aber, dass dieses Bindegewebszellen seien. Ich habe bereits wiederholt mitgetheilt, dass an vielen dieser Zellen sich alle Charaktere genuiner Nervenzellen unverkennbar nachweisen lassen.

ad 4) Metzler legt der präsumirten Faltenbildung in dem Bindegewebe und der grauen Substanz in Folge der Einwirkung von Chromsäure ein Gewicht bei, welches nicht gerechtfertigt werden kann, eben so wenig als die Bedeutung, welche er der Schwefelsäure-Reaction auf die betreffenden Theile beilegt, bewiesen da steht. Denn wollte man in Metzler's Sinne consequent schliessen, so müsste man auch das Parenchym der Nervenzellen, als aus Bindegewebe bestehend, annehmen; denn auch diese specifisch nervösen Elemente verhalten sich, nach Metzler's eignen Angaben (p. 29), ganz so gegen Chromsäure und Schwefelsäure, wie das Bindegewebe, resp. Pia mater und gelatinöse und graue Substanz, d. h. durch Chromsäure erhalten diese Zellen „superficiem striatam", welche frischen Zellen fehlen soll. Dieses Ansehen aber, meint Metzler, „ex nulla alia repetenda est causa, nisi ex substantiae, quae cellulis inest, corrugatione membranaque cellulari acido chromico plicata." Wenn also Nervenzellen-Parenchym und Nervenzellenhülle sich gleich verhalten, wenn diese beiden ferner sich wie Pia mater und gelatinöse oder graue Substanz verhalten — so bleibt nichts Anderes übrig, als entweder: zuzugestehen, dass das Nervenzellen-Parenchym mit Bindegewebe identisch sei, oder: dass von den durch Chromsäure bewirkten Veränderungen der betreffenden Gebilde (Nervenzellen-Parenchym, Nervenzellenhülle, graue und gelatinöse Substanz, Pia mater und Bindegewebe) kein Schluss auf ihre Textur zu ziehen sei.

Auch von der Wirkung der Schwefelsäure auf die betreffenden in Chromsäure vorher erhärteten Theile lässt sich nicht, mit Metzler, der Schluss ziehen, das graue Substanz und Pia mater gleiche Gewebe seien; sonst müsste man folgerichtiger Weise auch zugestehen, dass das Nervenzellen-Parenchym nichts Anderes sei, als Bindegewebe. Denn Metzler sagt, pag. 29, „acido sulphurico affuso, quum

cellula turgescat, adspectus ejus lineolis insignitus striatusque evanescit, colorque flavus jam abit, quo facto cellula aequabiliter lucida atque perspicua redditur, nucleusque cum nucleolo evidentius apparet.“ Das Nervenzellenparenchym in Chromsäurepräparaten verhält sich also, nach Metzler, ganz so, wie Pia mater und graue Substanz solcher Präparate, nach Schwefelsäurezusatz. — Dies ist der klarste Beweis gegen Metzler's Argumentation, welche hiermit nothwendig fallen muss.

Hiermit ziehe ich blos einen nothwendigen Schluss aus Thatsachen, welche Metzler ganz übereinstimmend auch mit meinen eigenen Erfahrungen beobachtet hat. Unsere beiderseitige Deutung der Thatsachen nur ist verschieden. Auch ich habe vielfach feine Abschnitte von Chromsäure-Präparaten mit verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure (Königswasser) behandelt, und hierbei, wie jener, gefunden, dass, wenn Säuren auf durch Chromoxyd braun gefärbtes Rückenmark, Gehirn etc. entfärbend wirken, sie zuerst das braune Chromoxyd in grünes reduciren (die Flüssigkeit zeigt anfangs eine braune, später eine grüne Farbe), und mit diesem sich zu einem Salze verbinden, welches, wenn es (wie das schwefelsaure) in Wasser löslich ist, von letzterem ausgezogen wird. Königswasser wirkt noch rascher als die Schwefelsäure entfärbend. Wenn man diese Reagentien auf feine Abschnitte, z. B. aus dem Rückenmark, wirken lässt, so findet man, dass die Nervenfasern der weissen Substanz wie die der grauen Substanz, wenn sie in dickeren Bündeln zusammenliegen, selbst nach vielen Tagen nicht auffallend verändert oder unkenntlich werden; wenn sie aber vereinzelt oder in kurzen Fragmenten im Abschnitt enthalten sind, so erscheinen sie allmählig weniger deutlich, indem sie durchsichtiger werden. So sieht man z. B. die dunklen Querdurchschnittsflächen von Längsfasern, welche in der sogenannten gelatinösen Substanz auf Querabschnitten erscheinen, allmählig in immer geringerer Zahl, je länger die Säure auf den Abschnitt wirkt. Die Nervenzellen und ihre Fortsätze werden aber in einer auffallend raschen Weise von den genannten Säuren durchsichtig gemacht, entfärbt, und die graue Substanz des Rückenmarks erleidet daher die auffallendste Veränderung durch die Säuren. Dieser letztgenannte Umstand hat Metzler zu der Ansicht geführt, dass die graue Substanz des Rückenmarks (einschliesslich der gelatinösen) nicht als eine wahre Nervensubstanz, sondern nur als Bindegewebe verschiedener Entwickelungsstufen anzusehen sei, in welches die Nervenzellen und Nervenfasern eingelagert wären.

Diese Ansicht erscheint — meinen Erfahrungen zufolge — in keiner Beziehung gerechtfertigt. Da nämlich die Nervenzellen-Fortsätze aus dem gleichen Gewebe bestehen wie das Nervenzellen-Parenchym selbst, und die vielfachen Theilungen und Ausläufer dieser Fortsätze ein sehr verwickeltes Gewebe bilden, aus welchem die graue Substanz des Rückenmarks der Hauptmasse nach, ausser den Blutgefässen, besteht, so begreift es sich leicht, dass die graue Substanz in Abschnitten von Chromsäure-Präparaten durch Schwefelsäure eben so durchsichtig wird, wie das Parenchym der Nervenzellen und wie das Bindegewebe; daraus folgt aber noch nicht, dass die genannten, durch das Reagens durchsichtig werdenden, Theile identisch, d. h. dass die graue Substanz nichts Anderes als Bindegewebe sei.

ad 5) Die hier angeführte Thatsache lässt sich nur an Nervenprimitivfasern oder Bündeln von Nervenprimitivfasern, die längere Strecken in Continuität in den betreffenden Abschnitten verlaufen, wahrnehmen. Solche widerstehen der Einwirkung der Schwefelsäure länger. Da aber kurze Fragmente von Nervenprimitivfasern, oder Querabschnitte derselben — wie ich (ad 4) bereits mitgetheilt habe — durch Schwefelsäure ziemlich rasch durchsichtig gemacht werden, da ferner alle diejenigen feinen Fortsätze von Nervenzellen, die als Anfänge feiner Nervenprimitivfasern anzusehen sind, ebenfalls von der Schwefelsäure so rasch wie Bindegewebe (und Nervenzellen) durchsichtig gemacht werden, — so lässt sich von diesem von Metzler als Criterion aufgestellten Satze nicht behaupten, dass er stichhaltig sei, und zur Unterscheidung genuiner Nervenprimitivfasern oder der Nervenelemente von Bindegewebe in einem Quer- (oder Längs-) Abschnitt aus dem Rückenmark dienen könne.

ad 6) Dieser Satz kann durchaus nicht auf Berechtigung Anspruch machen, wie ich bereits — (ad 4) — gezeigt habe; vielmehr ist derselbe als ein ganz und gar irrthümlicher durch die eine Thatsache gestempelt, dass ein genuin nervöses Gewebe κατ' ἐξοχήν — ich meine das Nervenzellen-Parenchym — sich eben so wie ein toto coelo davon verschiedenes Gewebe — das Bindegewebe nämlich — gegen Chromsäure und Schwefelsäure verhält.

ad 7) Da der (ad 6 bezeichnete) vorhergegangene Satz als ein irrthümlicher sich herausgestellt, so muss folgerichtig auch der weitere daraus (ad 7) gezogene Schluss ein falscher sein.

ad 8) Dass nicht alle Theile des Rückenmarks nervöse seien — muss mit Metzler allerdings zugegeben werden. Daraus folgt aber nicht der von ihm darauf gebaute Schluss, dass die eine im Rückenmark vorhandene Substanz, welche sich gegen Schwefelsäure in gewisser Beziehung anders verhält als die Nervenwurzeln (resp. Nervenprimitivfasern in Continuität in längeren Strecken), und welche also eine von den Nervenprimitivfasern verschiedene Substanz ist (Nervenzellen), Bindegewebe sei, weil beide letzteren sich gegen das genannte Reagens, in Bezug auf die von ihm in beiden in gleicher Weise hervorgerufene Durchsichtigkeit, gleich verhalten.

ad 9) Zugegeben, dass die feinsten Elemente des Bindegewebes und des Nervengewebes (feinste Fasern der Pia mater und Elementarröhrchen des Nervensystems) in Bezug auf ihre Form bis jetzt noch nicht mikroskopisch von einander unterschieden werden können, — so ist damit anderer Seits noch nicht zuzugeben, dass die feinsten Elemente in der grauen Substanz stets nur willkührlicher Deutung unterworfen würden. Denn wenn eine Faser feinster Gattung in unmittelbarer Verbindung mit einer Nervenzelle (als Ausläufer derselben) gesehen werden kann, so unterliegt es keinem Zweifel, dass sie vom Bindegewebe auszuschliessen ist. Eben so, wenn eine feinste Faser als Ausläufer des Axencylinders in die Erscheinung tritt.

ad 10) Gewiss hat Metzler Recht, wenn er als Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz nur diejenigen mit Entschiedenheit bezeichnet, welche die bekannte Doppelcontour (an Strecken in Continuität) zeigen. Wenn er aber damit alles Andere, was in der grauen Substanz faserige Form besitzt, mit Ausnahme der gröberen Fortsätze der Nervenzellen, vom Nervengewebe ausschliessen und dem Bindegewebe zuzählen will, so ist das aus dem Grunde nicht zuzulassen, weil die Nervenzellen Fortsätze von den verschiedensten Dimensionen — von der Dicke einer Nervenprimitivfaser breitester Gattung an bis zu der Feinheit des dünnsten Elementarröhrchens — in zahlloser Menge aussenden, welche alle als genuine nervöse Elemente — weil als Theile einer Nervenzelle — betrachtet werden müssen. Dass Metzler die groben Nervenzellen-Fortsätze als mit regelmässiger Begränzung versehen betrachtet, ist auch eine Angabe, welche dem Sachverhalt nicht entspricht, indem alle gröberen Nervenzellen-Fortsätze feine Ausläufer oder Verästelungen darbieten.

ad 11) Metzler sucht hier genauer auszuführen, was er schon im zweiten Theile der pos. 3 angeführt hatte. Dass die graue Substanz, an der Gränze der weissen, alle die zwischen den Fasern von der weissen Substanz nicht occupirten Räume einnimmt, beweist gar nichts für oder gegen den Charakter des Gewebes der grauen Substanz. Dass zwischen den einzelnen Nervenprimitivfasern der weissen Substanz Lücken entstehen müssten, weil jene cylindrisch geformt seien — Lücken, die durch eine Ausfüllungsmasse beseitigt würden — ist eine allen Thatsachen widersprechende Behauptung. Die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks bilden — wie ich wiederholt dargethan (s. z. B. o. p. 748, 841) — nichts weniger als absolute Cylinder (im mathematischen Sinne), sondern sie sind höchst unregelmässig, obwohl cylinderähnlich geformt. Es existiren daher zwischen den einzelnen Nervenprimitivfasern nichts weniger als Lücken. Vielmehr liegen sie (wo nicht Blutgefässe und Pia-mater-Fortsätze sie trennen) meist dicht an einander, auf dem Querabschnitt honigwabenähnlich. Die Elemente der Hülle und des Nervenmarks der einen Nervenprimitivfaser gehen unmittelbar in die entsprechenden Theile der anderen über. Die Anwesenheit der von Metzler statuirten ausfüllenden

Substanz ist also ganz illusorisch, in der That existirt sie nicht. Die Anwendung von Schwefelsäure macht, wie ich oben auseinandergesetzt, dünne Fragmente von Nervenprimitivfasern, resp. feine Quer-Abschnitte derselben, leicht durchsichtig — wie Pia mater und wie Nervenzellen und Nervenzellen-Fortsätze. Daraus aber kann ein Schluss auf die Identität dieser Gewebe keineswegs gezogen werden. Wenn an Längsabschnitten, oder an Nervenprimitivfasern in Continuität, oder auch an Querdurchschnittsflächen des Rückenmarks, zwischen den Querdurchschnittsflächen einzelner Nervenprimitivfasern feine Fortsätze der Pia mater in dem betreffenden Abschnitte vorhanden sind, und diese letztere (Pia mater) durch die Schwefelsäure rascher entfärbt wird als die Theile der Nervenprimitivfasern selbst, so mag diese Zwischensubstanz ganz gut sich vom Nervengewebe unterscheiden lassen und sich ganz so verhalten, wie Metzler beschreibt. Dieser Umstand gestattet aber nicht, zwischen allen Nerven-Primitivfasern ein solches Gewebe anzunehmen, was in der That nicht existirt.

ad 12) Metzler giebt hier deutlich zu erkennen, dass er alle diejenigen Theile der Nerven-Primitivfasern, welche ich als Theile des Nervenmarks und der Hülle betrachte, für Bindegewebe erklärt. Seine Beschreibung der Nervenprimitivfasern ist nicht der Wahrheit entsprechend. Die sogenannte Markscheide, welche er als von einer Kreislinie begränzt bezeichnet, ist — wie ich wiederholt (s. oben pag. 743) gezeigt habe — nicht kreisförmig. Die Verbindungstheile zwischen benachbarten Nervenprimitivfasern kommen nicht blos aus den äussersten Schichten einer Nervenprimitivfaser, sondern häufig genug sieht man sie unmittelbar vom Axencylinder ausgehend. Die Ausläufer der Axencylinder sind daher ganz und gar identisch mit den Elementen, welche die verschiedenen benachbarten Nerven-Primitivfasern unter einander verbinden. Diese Verbindungstheile als Bindegewebe zu bezeichnen, hiesse die verschiedenen Gewebe identificiren.

Die halbrunden Figuren, welche Metzler an Querabschnitten beschreibt, sind nichts Anderes, als Querdurchschnitte solcher Nervenprimitivfasern, aus denen die Axencylinder, in Folge der Präparation, herausgefallen sind, und deren Hülle (und Mark) zum Theil noch übrig geblieben ist. Diese beiden letzteren identificirt Metzler mit Bindegewebe.

ad 13) Dass ein Gewebe bestehe, welches die Nervenprimitivfasern in ihrer bestimmten gegenseitigen Lage erhalte — mag zugegeben werden. Dieses Gewebe braucht deshalb aber kein besonderes, von den feinen Elementen der Nervenprimitivfasern verschiedenes, zu sein. Da die einzelnen Nerven-Primitivfasern eine neben der andern liegen, sich also gegenseitig gewissermaassen zur Stütze dienen, da zwischen ihnen dicke und feine Fortsätze der Pia mater und Blutgefässe verlaufen, und auch alle diese Theile gegenseitig sich stützen, und von der Pia mater gleich einem, von einer soliden Bandmasse umgebenen und zusammengehaltenen, Reiserbündel umschlossen und in ihrer gegenseitigen Lage erhalten werden, übrigens auch die einzelnen benachbarten Nervenprimitivfasern durch die feinsten, von ihrem Innern wie von den verschiedensten Punkten ihrer Peripherie ausgehenden, Elementarröhrchen mit einander verbunden erhalten werden — so sollte man meinen, dass die Nervenprimitivfasern keiner weiteren Stütze bedürften; sie sind ja nicht in der Luft frei schwebende Theile. — Dass die Nerven-Primitivfasern bei'm Umquetschen regelmässige Reihen bilden, kann nur von gewissen Theilen im Rückenmark zugelassen werden, wo die Nervenprimitivfasern sich nicht kreuzen. In den tieferen Schichten der weissen Stränge liegen sie allerdings wirr durcheinander, obwohl nach bestimmten Gesetzen, und nicht in regelmässigen Reihen.

Die gelbe Substanz, welche Metzler nach 48-stündiger Einwirkung der Schwefelsäure sah, ist evident nichts Anderes, als ein Theil der sogenannten Markscheide. Metzler widerspricht hier sich selbst, wenn er diese Masse als Bindegewebe deutet. Vorher gab er an, dass letzteres durch Schwefelsäure grau und hell gefärbt (entfärbt) werde, und hier sagt er, sie werde gelb („lineis fuscis").

ad 14) Wenn auch manche Lücken (an den betreffenden Stellen) zwischen weissen Strängen nur durch Bindegewebe (Pia mater) ausgefüllt sind, so berechtigt dieses nicht zu einem allgemeinen

Schlusse, wie Metzler ihn gezogen, dass überall zwischen den einzelnen Nervenprimitivfasern der weissen Substanz das Bindegewebe eine allgemeine Grundlage bilde. Ueberdies möchte nicht zu läugnen sein, dass auf Querabschnitten, in denen die Nervenprimitivfasern an den betreffenden Stellen in sehr schräger Richtung durchschnitten sind, bei Einwirkung der Schwefelsäure täuschende Bilder entstehen, indem die kürzeren Nervenprimitivfaser-Fragmente so hell werden, dass man sie für Bindegewebe hält.

Aus allen diesen Erörterungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die Ansichten Metzler's über das Wesen der grauen Rückenmarks-Substanz nicht begründet sind.

3. Die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks bei den Fischen betreffend.

Stannius[4]) untersuchte 1850 die Elemente der grauen Substanz in den Centraltheilen bei Petromyzon. In dieser Substanz kommen, nach diesem Autor, ausser den Axencylindern vor: *a.* feinkörnige Masse, sparsam im Rückenmarke, reichlich im Gehirn; *b.* kleine kernähnliche Zellen; *c.* grössere (anscheinend) apolare Ganglienkörper, deren Existenz noch nähere Untersuchung erheischt; *d.* multipolare Ganglienkörper, in der Medulla oblongata und dem ganzen Rückenmarke. Müller hat sie abgebildet, unvollkommen gekannt. Wagner lernte sie aus dem electrischen Hirnlappen von Torpedo kennen; sie entsprechen den von Purkinje, Remak, Hannover und Todd-Bowman abgebildeten Theilen; *e.* bipolare Ganglienkörper fand Stannius in der Medulla oblongata, und hält sie für eine besondere Gattung; alle unipolaren hält er für verstümmelte bipolare. An jedem dieser Ganglienkörper unterscheidet er: 1) den eigentlichen Ganglienkörper sammt dem Nucleus und Nucleolus; 2) dessen Fortsätze oder Pole.

Durch diese Mittheilungen deutet Stannius genügend darauf hin, dass er in der grauen Substanz des Rückenmarks der Fische sowohl ächte Nervenprimitivfasern (Axencylinder von Stannius genannt, weil er glaubte, dass sie weder Hülle noch Mark besässen, eine Behauptung, deren Unhaltbarkeit ich oben, pag. 727 und pag. 754, genügend dargethan zu haben glaube), als auch ächte Nervenzellen, die sich wesentlich durch nichts von den peripherischen Nervenzellen unterscheiden, statuirt. In so weit stimmen die Ansichten Stannius' auch mit den Ergebnissen meiner eigenen Erfahrungen überein. Die feinkörnige Masse, welche Stannius statuirt, kann ich — aus mehrfach wiederholten Gründen — nicht annehmen, worüber auch weiter unten noch Ausführlicheres.

Dass die Elemente der Substantia cinerea des Rückenmarks bei Petromyzon wesentlich nichts Anderes als Bindegewebe seien — „substantiae cinereae medullae spinalis massam primariam tela cellulosa constare" — das ist die von Owsjannikow[5]) ausgesprochene Behauptung. Er führt für seine Ansicht folgende Beweisgründe auf: Wie bei höheren Thieren, so seien auch bei Petromyzon die Primitivfasern, wenn sie aus den Nervenwurzeln in das Rückenmark eingetreten sind, mit sehr dünnen Scheiden versehen, die alle eine Masse bilden, nicht — wie bei peripherischen Nerven — für jede Primitivfaser besonders unterscheidbar ist. „Uti in superiorum ordinum animalibus membranas, quibus nervorum spinalium, postquam in medullam spinalem intraverunt, fibrae primitivae sunt involutae, tam tenues parumque conspicuas videmus, ut via anatomica, nisi summa difficultate, non possint monstrari, ita in petromyzonte non sua quisque nervus instructus est membrana, sed omnium indumenta inter se conjuncta cernuntur; dum enim in nervis periphericis hujus animalis unaquaeque fibra i. e. quivis axis cylindrus sua ac propria utitur vagina, quae, si sejungas, eum arctissime cingens per totum decursum sequitur, in medulla spinali contra haec tegumenta parietibus inter se coalescentibus

[4]) Stannius, in: Götting. gel. Anz. 1850. Rud. Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 89.
[5]) Owsjannikow, 1854, l. c. p. 23 u. a. a. O.

in unam confunduntur massam, quam continuam esse in hoc piscium genere facile demonstrare potuimus."

Diese Ansicht kann ich aus den oben (pag. 727, ff.), bei Betrachtung der von Bidder und Kupffer 1857 ausgeführten Behauptungen, mitgetheilten Gründen nicht für naturentsprechend bezeichnen. Allerdings gehen die Hüllen der benachbarten Nervenprimitivfasern im Rückenmark weit zahlreichere, innigere, Verbindungen ein, als in den peripherischen Nervenprimitivfasern. Es ist aber deshalb nicht gestattet, einer jeden einzelnen Primitivfaser ihre eigne Scheide abzusprechen, weil jede Scheide mit den benachbarten so innig verbunden ist, dass ihre Isolirung im Rückenmark nicht so leicht, wie in den Nervenstämmen, gelingt. Owsjannikow verwickelt sich hierbei in Widerspruch. Ich habe oben, p. 728, angeführt, dass Owsjannikow bei den von ihm untersuchten Fischen — mit Ausnahme von Petromyzon und Ammocoeta — zugiebt, ächte Nervenprimitivfasern (und Nervenzellen), welche eigene, vom Zellgewebe verschiedene, Hüllen besitzen, im Rückenmark gefunden zu haben. Owsjannikow zieht also einen allgemeinen Schluss von der Minorität seiner Erfahrungen. Und dass letztere zu jenem nicht berechtigt, habe ich oben (p. 730) gezeigt.

Owsjannikow fährt fort: „In qua tela cellulosa, si quidem microscopio utamur res subjectas sexcenties amplificante, fibras in diversas regiones decurrentes, partim alteram alteri parallelas, partim inter se decussatas distinguere possumus, quae adeo sub microscopio sexcenties auctae tantummodo linearum colore fusco tinctarum speciem offerunt." Owsjannikow's Hauptbeweis ist also auf folgenden Umstand gestützt: Weil die 600-fach vergrösserte Masse der grauen Substanz blos dunkle Linien zeigt, deshalb soll sie aus Zellgewebe bestehen. Dieses Argument ist schon deshalb haltlos, weil sonst auch der Axencylinder vieler Primitivfasern als eine Zellgewebefaser angesehen werden müsste; denn viele Axencylinder erscheinen selbst bei hoher Vergrösserung als einfache Fasern, und alle die von der Axenfaser ausgehenden Fortsätze erscheinen nie anders als dunkle Linien. Wollte man in Owsjannikow's Sinn weitere Schlüsse ziehen, so müssten alle thierischen Gewebe, ohne Unterschied, in denen nichts als einfache dunkle Linien bei 600-facher Vergrösserung zu sehen wären, Bindegewebe sein. Alle feinen Ausläufer genuiner Nervenzellen, alle die feinen Elementarröhrchen des Nervenmarks der Nervenprimitivfasern wären Zellgewebe. Dieses Argument erscheint also nicht von dem Gewicht, welches Owsjannikow ihm beilegt.

Ueberdies lässt sich einwenden, dass bei der grossen Verwirrung der Fasern in der grauen Substanz viele Contouren, welche zu einer dickeren Faser gehören, nach Owsjannikow's Anschauung für zwei selbstständige verschiedene Fasern (von Bindegewebe) gehalten werden könnten. Es würde in dieser Weise jedes faserige Element einer willkürlichen Deutung unterliegen.

Einen anderen Beweis findet Owsjannikow in den mit den Fasern verbundenen Bindegewebskörperchen der grauen Substanz: „deinde in tela illa cellulae insunt cum fibris, de quibus diximus, junctae. Quae cellulae vel telae cellulosae corpuscula, non ubique pari multitudine reperta, circum cellulas nerveas fibrasque Müllerianas ingenti numero conferta animadvertuntur." Was diese sogenannten Bindegewebszellen betrifft, so ist die Annahme derselben in der grauen Rückenmarks-Substanz (resp. ihre Deutung) eine rein willkürliche. Dass diese Zellen sich von wirklichen Nerven-Zellen wesentlich durch Nichts unterscheiden, habe ich oben (p. 874, ff.) nachgewiesen und werde solches später noch genauer darlegen. Dass die Grösse allein kein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal bietet — habe ich ebenfalls dargethan. Wir kennen Nervenzellen von der verschiedensten Grösse, d. h. so kleine, dass sie von den sogenannten Bindegewebszellen nicht abweichen.

Ausser dem Zellgewebe unterscheidet Owsjannikow noch eine Massa hyalina in der grauen Substanz. Er sagt: „..quo loco cellulae nerveae fibraeque Müllerianae adsunt, substantiam hyalinam, qua illae involutae sunt, discernimus, quae tamen cum reliqua telae cellulosae massa adeo coaluit, ut, si medullam spinalem recentem ope acuum distrahas, solummodo axes cylindrati nudi in con-

spectum veniant. Quam membranam pellucidam exstare, nobis, si eam acidi chromici effectui aliquamdiu exposuerimus, optime persuadere possumus. Hac enim agendi ratione adhibita, quum fibrae latiores cellulaeque nerveae fortius contrahantur, interstitium existit, illas a membrana involvente dirimens, quae membrana talem praebet speciem, quasi linea fusca a cetera telae cellulosae substantia sit separata.“ Dass Owsjannikow hier einen Theil der äusseren Hülle der Nerven-Primitivfasern und der sogenannten bipolaren Zellen beschreibt, scheint mir ausser Zweifel; sie ist so durchsichtig, dass sie nur durch Chromsäure zur Erkenntniss kommt. Deshalb ist sie aber kein Zellgewebe. Die Axencylinder kommen auch durch Chromsäure besser zur Erkenntniss; doch wird sie Niemand zum Zellgewebe rechnen. — Was von Owsjannikow als hyaline Masse bezeichnet wird, ist demnach nichts Anderes, als das die Axencylinder der Müller'schen Fasern umgebende sogenannte Nervenmark sammt Hülle, d. h. das aus feinsten Elementarröhrchen bestehende Gewebe, welches oben (p. 754) wiederholt beschrieben worden ist. Owsjannikow hat trotz genügender Vergrösserungen die Fragmente jener Elementarröhrchen nicht erkannt, und deshalb dieselben für eine formlose Substanz gehalten.

Owsjannikow führt noch einen andern Grund für seine Ansicht an, dass die graue Substanz wesentlich nichts Anderes als Zellgewebe sei. Die Farbe der grauen Substanz des Menschen-Rückenmarks und der Säugethiere — und nicht blos der Fische — wird nämlich, nach Owsjannikow (l. c. p. 34, 35), nicht durch die Nervenzellen bedingt, sondern durch Zellgewebe: „primariam coloris cinerei causam in tela cellulosa, cujus eximia copia in omnibus hisce medullae spinalis partibus adest, quaerendam esse statuamus. Haec enim tela quasi fundamentalem medullae spinalis massam constituit, haec nervorum cellulas tubulosque ac vasa sanguifera numerosa continet, haec . . . cuncta consociat atque conjungit, haec denique substantiae cinereae partem potiorem efficit.“

Das hier Gesagte enthält aber nicht allein keine Gründe für Owsjannikow's Ansicht, sondern das Gegentheil. Man sieht nämlich schon mit blossen Augen auf Querabschnitten des Rückenmarks, insbesondere aus der Lenden- und Brustanschwellung, die Nester oder Gruppen der grossen Nervenzellen, und gerade diese erscheinen gallertartig, grau, halbdurchsichtig; gerade wo die grösste Masse von Nervenzellen ist, da ist die graue Substanz charakteristisch grau, nicht weisslich und nicht röthlich. Macht man nun gar Querdurchschnitte durch die verschiedenen Kerne der dickeren Nerven, welche aus der Medulla oblongata, oder aus dem Pons Varolii kommen, z. B. durch den Hypoglossus-, Abducens-, Facialis-Kern, u. s. w., so kann man sich mit noch mehr Evidenz überzeugen, dass alle jene Kerne, die aus Nervenzellen grösster Gattung bestehen, nur letzteren ihr gallertartiges, graues, halbdurchsichtiges Ansehen verdanken. Ich finde also auch hier keinen Grund für Owsjannikow's Meinung. Seine Ansicht vom Zellstoff in der grauen Substanz ist nicht haltbar, weil die Rolle, welche Owsjannikow diesem Gewebe zutheilt, übertrieben ist.

Die Elemente der grauen Hinterstränge bei höheren Wirbelthieren und dem Menschen sollen, nach Owsjannikow (l. c. p. 37), grossentheils aus Bindegewebe und Blutgefässen bestehen, die Nervenröhren darin nur untergeordnete Rollen spielen. „Praeter nervorum tubulos in hac substantia magna reperitur vasorum sanguiferorum tenuiorum multitudo, in quandam materiam immersa, qua acido muriatico dilutiore humectata, si microscopio utamur res subjectas sufficienter amplificante, tum telam conjunctivam structura carentem, tum fibrosam, atque corpuscula ei peculiaria cognoscere licet.“

Dass Owsjannikow hier im Irrthum ist, zeigt ein feiner Querabschnitt aus einem mit Carmin imbibirten Chromsäurepräparat. Hier sieht man, ohne Schwierigkeit, auf eine überraschende Weise, wie die Nervenprimitivfasern des grauen Hinterhorns oft als breite, glänzend weisse, Bänder zwischen den roth gefärbten Haufen von Nervenzellen, Bindegewebsmassen, Blutgefässen, hindurchstrahlen, einen bedeutenden Flächeninhalt des grauen Hinterhorns einnehmen, und daher nichts weniger als einen

untergeordneten Theil des grauen Hinterhorns ausmachen. Diejenigen Elemente, welche Owsjannikow als Nervenprimitivfasern anerkennt, beschreibt er nicht genauer.

Jacubowitsch (1857. l. c. pag. 10) konnte in der grauen Substanz (des Conus medullaris) nirgends „Bindegewebskörper, weder bei'm Fisch und Frosch, noch bei höher organisirten Thieren entdecken"; die von ihm als Nervenprimitivfasern und Nervenzellen darin erkannten Gebilde unterscheidet er aber nicht von den entsprechenden Elementen des Nervensystems überhaupt. Ich werde an späterer Stelle, bei der Classification der Nervenelemente, auf die Ansichten Jacubowitsch's genauer eingehen. Hier habe ich blos zu bemerken, dass ich ganz mit ihm übereinstimme, wenn er wirkliche Bindegewebs-Körper in der grauen Substanz läugnet. Jedoch ist wohl zu merken, dass die Elemente, welche Bidder und seine Schüler als Bindegewebs-Körper bezeichnen, sich allerdings in der grauen Substanz überall (auch im Conus medullaris) vorfinden; ich weiche nur in Betreff der Deutung von letztgenannten Forschern ab.

Als Elemente der grauen Rückenmarks-Substanz bei Fischen erkannte auch Kölliker[6]) ächte Nervenprimitiv-Röhren, gegen Owsjannikow's Behauptung; eben so ächte Nervenzellen. Dass beide Elemente alle Charaktere der Nervenzellen und Nervenprimitivfasern überhaupt besitzen, geht aus Kölliker's anderweiten Mittheilungen genügend hervor; und in so weit stimmen Kölliker's neueste Erfahrungen auch mit dem Ergebnisse der meinigen überein.

4. Die Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks bei Fröschen betreffend.

Engel (1850, l. c.) fand auch im Rückenmark der Froschlarven „blassbräunliche Zellen (Ganglienzellen) von vollkommen runder Form und glatter Oberfläche, mit einem Durchmesser von 0,0004—5 P. Z., und einem deutlichen runden Kerne von 0,0002". Mit der Ausbildung der Fasern verringern sich diese Zellen bedeutend, so dass sie in der spätesten Zeit des Larvenzustandes gegen die Menge der Fasern fast verschwinden."

Es geht aus dieser Beschreibung nicht hervor, ob Engel an den betreffenden Objecten graue und weisse Substanz genügend unterscheiden konnte; ob er auch die Zellen in der weissen Substanz sah, und ob er in der grauen Substanz eine so geringe Menge von Zellen annimmt, wie in jener. So viel ist aber gewiss, dass Engel diejenigen Zellen, welche er im Rückenmark der Frösche in grauer Substanz erkannte, in der Art beschreibt, dass sie in allen wesentlichen Charakteren mit den Nervenzellen in den übrigen Provinzen des centralen wie peripherischen Nervensystems des Frosches übereinstimmen. In so weit harmoniren Engel's Angaben auch mit meinen eigenen Erfahrungen. Die Nervenzellen grösster Gattung, oder die grossen sogenannten multipolaren Nervenzellen der grauen Vorderhörner, hat aber Engel, wie aus dessen Dimensionsangaben hervorgeht, nicht kennen gelernt.

Aus einer späteren Aeusserung geht hervor, dass Engel auch feine Längsfasern in der grauen Substanz annimmt; desgleichen Querfasern. Er sagt: „Auch in der grauen Substanz des Rückenmarks sind sie (die feinen longitudinalen Fasern) zahlreich, doch mengen sich hier mit ihnen auch quere Fasern. . ." Von den Querfasern sagt Engel weiterhin: „Sie liegen in der Tiefe des Rückenmarks, in der grauen Substanz desselben, deren grössten Theil sie darstellen." Dass Engel an diesen Fasern die charakteristischen Zeichen genuiner Nervenprimitivfasern fand, und solche von letzteren nicht für verschieden hielt — geht aus dessen Angaben genügend hervor.

In so fern können also diese Mittheilungen Engel's als übereinstimmend mit den Ergebnissen

[6]) Kölliker, 1857, Zeitschr. für wiss. Zoologie. IX.

meiner eigenen Untersuchungen bezeichnet werden, obwohl er die breiteren Nervenprimitivfasern, welche auch in der grauen Substanz vorkommen, nicht genügend erkannt zu haben scheint.

Als Bestandtheile der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks betrachtet Blattmann (1850, l. c. p. 27, 28): „1) freie Kerne, welche sich von den Kernen der Ganglienkugeln durch ihren dunklen granulirten Inhalt unterscheiden", und die sehr zahlreich sind; „2) gekörnte dunkle Massen, Zellgewebe, Gefässe, freie Blutkugeln, sowohl normale Bestandtheile, als Producte fehlerhafter (?) Präparation." Er läugnet „Fasern, welche der grauen Substanz ausschliesslich angehören sollten", p. 28.

Diese Angaben Blattmann's kann ich, nach dem Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen, nur als sehr ungenügend bezeichnen. Was Blattmann als „freie Kerne" bezeichnet, stimmt mit dem überein, was Kupffer als Bindegewebs-Körper anführt; dieses sind aber Kerne kleiner Nervenzellen, wie ich bei der Erörterung der Kupffer'schen Ansichten alsbald zeigen werde. Was Blattmann als „gekörnte dunkle Massen" bezeichnet, kann ich nicht anders deuten, denn als Artefacte in Folge der mangelhaften Präparation, welcher sich Blattmann bediente, indem er nur frisches Rückenmark untersuchte. Wenn übrigens Blattmann die von ihm in der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks erkannten Fasern als dieser nicht eigenthümlich bezeichnet, so bringt er dafür keine Gründe. Erkannte er aber Nervenprimitivfasern darin, so giebt er zu, dass diesen alle Attribute der Nerven-Primitivfasern überhaupt zukommen.

Am ausführlichsten hat Kupffer 1854 (l. c.) über die Elemente der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks gehandelt, und in seiner Dissertation sind die Ansichten Bidder's (und seiner Schule) über diese Materie am schärfsten ausgedrückt worden. Die von Kupffer an Fröschen hauptsächlich gewonnenen Anschauungen wurden — durch Schlüsse nach Analogie — von ihm auf die graue Substanz aller Wirbelthierklassen übertragen. Im Folgenden werde ich die Behauptungen Kupffer's einer genaueren Betrachtung unterziehen.

Zum Studium der grauen Substanz des Rückenmarks hält Kupffer das Frosch-Rückenmark für geeigneter als das der Säugethiere (l. c. p. 35); die Gründe, welche er dafür bringt, sind folgende:

1) Die graue Substanz sei im Frosch-Rückenmark ausgedehnter, mehr ausgebreitet und weniger dicht, „latius extensa atque laxior." Dieser Grund ist aber nicht stichhaltig; wenn auch relativ die graue Substanz im Frosch-Rückenmark vorherrschend sein mag, so ist sie absolut im Rückenmark von Säugethieren auf jedem Abschnitt in bei weitem grösserer Menge enthalten; und eben so dicht oder wenig dicht als bei Fröschen.

2) Die Segmente des Frosch-Rückenmarks seien durchsichtiger, daher die Gränzlinien im mikroskopischen Bilde sicherer und weiter zu verfolgen, als bei Säugethieren. Auch dieser Grund ist nicht zu halten. Die Segmente vom Säugethier-Rückenmark können so fein gemacht werden, als es nur vom Frosch-Rückenmark irgend möglich ist; eben so, und noch weiter, lassen sich in jenem die Begränzungslinien verfolgen.

3) Die unzähligen Streifen und Bündel, welche durch die durchsichtige Mitte eines dünnen Segments nach verschiedenen Richtungen verlaufen, und welche im Rückenmark höherer Wirbelthiere, ihrer ungemeinen Dichtigkeit wegen, kaum als Netzwerk erkannt werden können, hindern bei'm Frosche nicht, zu erkennen, dass eine gewisse Substanz („informis massa") vorhanden sei, von deren Anwesenheit in der grauen Substanz, und deren Wichtigkeit bei der Bildung der grauen Substanz, bis jetzt kaum Erwähnung geschehen sei. Auch dieser Grund fällt durchaus, wenn man erwägt, dass ein dünner Abschnitt aus einem Säugethier-Rückenmark vollkommen so durchsichtig ist, als ein solcher aus dem Frosche, dass alle Fasern in jenem eben so klar zu erkennen sind als in diesem. Ich kann daher schliesslich Kupffer's Empfehlung des Frosch-Rückenmarks zum Studium der grauen Substanz nicht unterstützen. Im Gegentheil, da Alles grösser und deutlicher im Säugethier-Rückenmark ist als

bei Fröschen, z. B. die Commissuren, die Nervenbahnen etc., so empfehle ich mehr das Säugethier-Rückenmark, ohne das der Frösche gerade ausschliessen zu wollen.

Kupffer (l. c. p. 31 u. ff.) wundert sich mit Recht über die widersprechenden Ansichten der Forscher in Betreff der Elemente der grauen Substanz, z. B. dass Blattmann darin keine Zellen, sondern nur Fasern, Eigenbrodt darin keine Fasern, sondern nur Zellen — der Hauptsache nach, als Hauptbestandtheil derselben — gefunden haben wollte, und hebt nicht minder mit Recht hervor, dass alle Forscher ohne Ausnahme jede Zelle der grauen Substanz, kleine wie grosse, runde ohne Fortsätze, oder eckige mit Fortsätzen, für eine Nervenzelle hielten, so wie jede in die Länge gehende Masse der grauen Substanz, selbst unmessbar dünne, für ächte Nervenfasern hielten. Er findet es daher ohne alle Analogie bei andern Geweben, dass Grössenunterschiede, wie solche Kölliker für die Nervenröhren aufstellte, nämlich von 0,0004'''—0,01''', bei Elementen sich vorfinden, welche eine und die nämliche Function haben; und er bezweifelt, nicht ohne Grund, dass das charakteristische Zeichen einer Nervenröhre, nach Kölliker, nämlich der Axencylinder, bei einer Röhre von 0,0004''' erkannt zu werden vermöge. Kölliker behaupte nämlich auch, an den feinsten Nervenröhren die Axencylinder nachgewiesen zu haben (l. c.), widerspreche aber selbst wieder dieser Behauptung [7]), indem er (bei der Critik über Hannover's Arbeit über die Retina) sage: „Erstens ist an keiner einzigen feinen Nerven-Faser der Centralorgane eine Hülle nachgewiesen, und zweitens hat noch Niemand an den feinsten Nervenröhren des Gehirns einen Axencylinder zu finden vermocht." Kupffer (p. 50) schliesst daher mit Recht: „unde sequitur, fibram gelatinosam, quamquam in ea nec indumentum nec axis cylindrus observatus fuerit, tamen evidenter pro fibra nervea haberi posse;" .. und dass also Kölliker „elementa ratione morphologica omni a parte differentia eam tantummodo ob causam pro partibus respectu physiologico paribus putasse, quod inter se vicina atque finitima essent." Hierin kann man Kupffer nur beistimmen. Ganz treffend fährt Kupffer fort: weil die graue Substanz ein integrirender Theil des Nervensystems (Rückenmarks) sei, deshalb habe man auch jedes Element derselben für ein ächt nervöses gehalten. Dass hierzu — ganz allgemein gesprochen — kein Grund vorliegt, versteht sich von selbst. Wenn Kupffer aber weiterhin sagt, dass man bei'm Anblick der unentwirrbaren Fasermasse der grauen Substanz alsbald die Ueberzeugung gewinnen müsse, dass es unmöglich sei, diese Fasern theils bis zu den Nervenwurzeln, theils bis zur weissen Substanz, theils zu den Nervenzellen zu verfolgen, so geht Kupffer zu weit, indem er speciell sagt: „de ulteriore autem fibrarum radicum decursu intra medullam spinalem inito quod tanta observationum existat differentia, mirationem non movebit, si reputaveris, illas in tenues massae cinereae fibras directo transire creditas esse, quas fibras et ipsas ne per decimam quidem imaginis partem persequi liceat." In einem jeden guten Querabschnitt aus dem Rückenmarke von höheren Wirbelthieren kann man aber einzelne Fasern durch mehr als $^1/_3$, selbst $^2/_3$ des ganzen Abschnitts oder Bildes in Continuität verfolgen, und den Zusammenhang der Nerven-Wurzelfasern mit Fasern der grauen Substanz evident darlegen. Selbst bei Fröschen kann man einzelne Fasern grauer Substanz durch $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Durchmessers des Abschnitts, von den vorderen Nervenwurzeln aus bis in die graue Substanz, verfolgen.

In einer anderen Beziehung aber sagt Kupffer wieder sehr richtig, dass es ungereimt sei, anzunehmen, dass eine und dieselbe Faser bald als graue, bald als weisse bezeichnet werden könne, je nachdem sie — breit, aus der weissen Substanz in die graue eintretend — in letzterer sich verdünne, und vice versa. Es sei nicht exact nachgewiesen: „quin immo fibra radicis lata, medullam continens, quum primum in substantiam cineream intrarit, structura pristina in universum servata, dimidio et quod excedit extenuari, posteaque e substantiae cinereae alio loco rursus emergens decursum suum specie fibrae albidae continuare. . ." Auch hiergegen lässt sich nichts einwenden.

7) Kölliker, Mikrosk. Anatomie. Vol. II. 2. p. 660.

Kupffer unterscheidet nun als Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks (l. c. p. 34) im Allgemeinen: Fasern, Zellen und formlose Substanz (p. 35 ff.).

I. Die Fasern der grauen Substanz. Kupffer erkennt an, dass in der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks Fasern vorkommen. Er behauptet aber, diese Gebilde seien keine ächte Nervenprimitivfasern, sondern entweder Bindegewebefasern, oder nackte Axencylinder.

a. Die Bindegewebefasern, nach Kupffer die grösste Masse der in der grauen Substanz erscheinenden Fasern, hält Kupffer deshalb für verschieden von den ächten Nervenfasern, und stellt sie aus dem Grunde mit Bindegewebefasern in eine Categorie, weil „. . potius ei, qui incorrupto liberoque utitur judicio, fibra cinerea et specie et structura aequabilibus telae conjunctivae taeniolis longe similior apparet, quam verae fibrae nerveae adeo complicatae." Kupffer hält diese Fasern für identisch mit denen, welche Henle als „gelatinöse Fasern" bezeichnete.

Dass hier Kupffer im Irrthum ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Die graue Substanz enthält — wie ich nach dem Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen behaupten muss — ächte Nervenfasern breitester und schmälster Gattung, mit Bindegewebefasern und den Fortsätzen der Nervenzellen untermischt. Da die feineren Ausläufer, oder die Ramificationen dieser Fortsätze, den Anschein von Bindegewebefasern geben, wegen ihrer filzartigen Verflechtung, so ist es mir wahrscheinlich, dass Kupffer hierdurch zu seiner obigen Annahme bewogen worden ist. Pag. 50, 51 wiederholt Kupffer dieselbe Behauptung. Nach seinen Untersuchungen am Filum terminale der Frösche und Hunde müsse er behaupten, dass alle Fasern der grauen Substanz mit Bindegewebe identisch seien: „elementa esse respectu morphologico a tela conjunctiva informi differentia, omnino negem." Kupffer bringt für diese Ansicht mehrere Gründe, welche, bei genauer Prüfung, aber nicht haltbar sind. Sie bestehen in Folgendem:

1) Brachte Kupffer die frische, oder einige Tage in Essigsäure bewahrte, oder mit Chromsäure behandelte Masse (des Filum terminale, resp. grauer Substanz) unter das Mikroskop, zerzupfte sie vorgängig oder nicht, d. h. quetschte sie, so gelang es ihm niemals, solche Elemente zu beobachten, noch viel weniger isolirt zu sehen, welche an Breite eine Gleichheit gezeigt, oder einen längeren Raum hindurch parallele Seitengränzen dargeboten hätten, „quae aut latitudine vel paululum inter se congruerent, aut per spatium longius limites laterales parallelas ostenderent."

Dieser Grund ist deshalb nicht schlagend, weil frische und mit Essigsäure behandelte graue Substanz zu diesen Untersuchungen unpassend ist, der zu grossen Weichheit wegen. Indem man das Präparat comprimirt — was nothwendig ist — verwirrt sich Alles dergestalt unter einander, dass das Erkennen der einzelnen Elemente noch schwerer ist, als wenn man aus dem gehärteten Filum terminale einen feinen Abschnitt untersucht. Dass man aber Fasern sieht, gesteht Kupffer selbst zu, indem er fortfährt: „qua in re licet et figuras fibrosas tum in praeparatis recentibus tum in obduratis permultas conspicerem, lineasque in omnes regiones diffundi cernerem, tamen non quaeque linea fibrarum lineam indicabat."

2) Die als Fasern erscheinenden Formen seien also keine wirklichen Fasern. Kupffer führt zur Stütze dieser Behauptung folgende Gründe auf: Durch einen Druck auf das Deckgläschen, oder eine Zerrung des Präparats, werde die Richtung der Linien sofort verändert, einige verschwänden, andere kämen zum Vorschein, und es könnte keine bestimmte Form in der gleichmässigen Masse erkannt werden, „nam, vel pressu ad laminam praeparatum tegentem exhibito, vel praeparato tracto, linearum directione extemplo commutata aliae evanuerunt, aliae primum in conspectum venerunt, denique nullum aderat signum, ex quo certas formas in massam aequabilem immersas oculis observari pateret." —

Dieser Grund kann ebenfalls nicht gehalten werden. Denn durch Druck wie durch Zerrung des Präparats wird nothwendig seine Stellung zum Focus des Mikroskops geändert, und dass also Fasern, welche bei scharfer Einstellung als solche erscheinen, durch Druck auf das Deckblättchen aus dem richtigen Focus entfernt werden müssen, also unsichtbar werden, während andere in den Focus kommen, und als neue, vorher nicht gesehene, erscheinen, das versteht sich von selbst bei einem Präparat, welches Tausende von feinsten Fasern aller Richtungen dicht zusammengedrängt enthält. Deshalb kann man also nicht läugnen, dass hier überhaupt Fasern vorhanden seien.

3) Die graue Substanz könne nicht nach der Richtung ihrer Fasern auseinander gezogen und zerspalten werden, wenn auch die graue Substanz, an gehärteten Präparaten, mit Nadeln zerzupft oder gedrückt, zerfalle oder sich theilen lasse, und so sich dabei verschiedene Formen, wie kürzere oder längere Fasern bilden, schmäler oder breiter, rundliche oder gezahnte Zipfel.

Kupffer hat hier wiederum einen unhaltbaren Grund angeführt. Die weisse Substanz lässt sich nach der Richtung ihrer Fasern auseinanderziehen, weil die Fasern darin mehr oder weniger parallel laufen. Dies ist aber in der grauen Substanz nicht der Fall, die Fasern darin verlaufen verworren, im höchsten Grade unregelmässig, verfilzt, und daher ist es nicht möglich, die graue Substanz eben so wie die weisse in einzelne Fasern zu zerlegen. Deshalb aber darf man noch nicht den Schluss ziehen, dass in der grauen Substanz keine Fasern vorhanden seien. Was Kupffer in der zerzupften grauen Substanz fand, kürzere oder längere, breitere und schmälere Faser-Fragmente oder Formen, „velut fibrae nunc latiores nunc tenuissimae, nunc breviores nunc longiores", das ist schon hinreichend, um Fasern der grauen Substanz anzunehmen. Ihr Gewebe gestattet nicht so, wie in der weissen Substanz, die Fasern in längeren Strecken in Continuität zu isoliren.

4) Das Filum terminale des Frosches, in Essigsäure aufbewahrt, zeige nur eine gleichmässige gelatinöse Substanz, in welcher nur geschwänzte Bindegewebs-Körper und elastische Fasern (Kernfasern) enthalten seien, welche mit feinsten Nervenfasern von 0,0008'''—0,0004''' verwechselt worden wären, die hier gar nicht vorkommmen sollen. Kupffer hat, meines Erachtens, auch hier wiederum einen nicht zu haltenden Grund für seine Behauptung aufgestellt. Die Essigsäure macht die Fasern blasser, und ist kein geeignetes Mittel zur Untersuchung der Elemente der grauen Substanz; wie uns denn überhaupt noch die richtige Methode zur Zerlegung der grauen Substanz bis auf den heutigen Tag fehlt. Ich kann nicht zugeben, dass Kernfasern und geschwänzte Bindegewebszellen im Frosch-Rückenmark (Filum terminale) vorkommen. Meine eignen Untersuchungen, an Querabschnitten des in Chromsäure gehärteten Filum terminale des Frosches, gaben mir andre Resultate. Ich habe auch im Filum terminale des Frosches (gallertartiger Theil) die nämlichen Elemente gefunden, wie im übrigen Rückenmark dieses Thiers. Es sind die Nervenprimitivfasern nur viel geringer an Zahl im Filum, als in den übrigen Regionen des Rückenmarks. Diejenigen Nervenprimitivfasern aber, welche sich im Filum finden, bieten die nämlichen anatomischen Charaktere dar, wie die des übrigen Rückenmarks. Eben so die Zellen (siehe unten). Ich kann daher die von Kupffer für Kernfasern gehaltenen Theile nur für Nerven-Primitivfasern, und die von ihm als geschwänzte Bindegewebskörper bezeichneten Elemente nur für Nervenzellen erklären.

Wenn daher Kupffer, p. 52, ausserdem noch hinzufügt, dass der Anschein von Fasern durch die Präparation der grauen Substanz eben so entstehe, wie die Fasern im Bindegewebe künstlich bewirkt würden, wenn er endlich meint, dass Alles, was er von den gelatinösen Fasern (des Filum terminale) gesagt, auch von der grauen Substanz des Rückenmarks selbst gelten müsse, und dass man auch in dieser die ihr bisher zugeschriebene Masse von dünnen und dünnsten Nervenfasern abläugnen müsse — so kann ich Kupffer auch hier nicht beistimmen. Kupffer giebt zwar selbst zu, dass in der grauen Rückenmarks-Substanz „certe elementorum nerveorum multitudo permagna" vorhanden sei,

dass aber, wegen der grossen Zahl und Dicke der Pia-mater-Fasern und wegen der Dichtigkeit oder Festigkeit der grauen Substanz, es unmöglich sei, ihr Gewebe genau zu unterscheiden, indem gar manche Linien, „per segmentum pellucidum decurrentes", keineswegs von unter einander verschlungenen Fasern, sondern von verschiedenen Falten der formlosen Substanz bewirkt würden, andere Fasern nur elastische Fasern und Fortsätze der Pia mater seien. Ich glaube, dass ein Jeder, der nur einige Uebung in Behandlung dieser Theile hat, nicht leicht eine Falte des Segments für eine Faser halten wird. Ausserdem sind die Fasern an guten Abschnitten der grauen Substanz über allen Zweifel deutlich. Dass die feinsten Elemente der einzelnen Nervenprimitivfasern von einzelnen Pia-mater-Fasern (Elementen) nicht zu unterscheiden sind — das versteht sich von selbst; dass man aber Nervenfasern mit „tractus piae matris" verwechseln kann, ist nur möglich, wenn man in solchen Untersuchungen ein ganz ungeübter Anfänger ist.

Kupffer läugnet (l. c. p. 52, 53) querlaufende Nervenprimitivfasern wie Längsfasern in der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks (vergl. oben p. 226 u. a. O.), „neque magis fibrae medullam continentes, quae transversim decurrant, hic inveniuntur." Die Untersuchung eines guten Querabschnitts zeigt das Gegentheil von Kupffer's Behauptungen. Ich finde ächte Nervenprimitivfasern, in den verschiedensten Richtungen quer verlaufend, in allen Theilen der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks, und an den einzelnen Nervenprimitivfasern finde ich alle Charaktere der Nervenprimitivfasern aller anderen Nervenprovinzen des Frosches wieder. Ich muss also — nach dem Ergebnisse meiner Untersuchungen — in directen Widerspruch gegen Kupffer, in Bezug auf das Vorkommen ächter Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz, treten.

b. Nackte Axencylinder, nach Kupffer (l. c. p. 35). Kupffer erklärt diese Fasern der grauen Substanz für die unmittelbaren Fortsätze der Nervenzellen, und unterscheidet diese Fasern von den gewöhnlichen Nervenprimitivfasern, weil jene weder eine Hülle, noch eine Markscheide besitzen. Auch hier ist Kupffer im Irrthum; denn die hier gemeinten Axencylinder haben ihre Hülle, so wie die Zellen, deren Fortsätze sie sind.

Wenn man Chromsäurepräparate aus dem Frosch-Rückenmark untersucht, und zwar mit geringen oder mittelstarken Vergrösserungen (bis 350 linear), so stechen die dicken Fortsätze der grossen sogenannten multipolaren Nervenzellen durch ihre dunkleren Begränzungslinien und ihre gelbe Farbe so auffallend von der nächsten helleren Umgebung in feinen Längs- oder Querabschnitten ab, dass man leicht zu der Ansicht verleitet wird, diese Theile seien ganz gesondert von ihrer Umgebung; und wenn man diese Fortsätze ohne Weiteres als Axencylinder betrachtet, — was sie aber an dieser Stelle (so nahe der Nervenzelle, von welcher sie ausgehen), streng genommen, noch nicht sind — so gewahrt man an ihnen allerdings weder sogenanntes Nervenmark, noch Hülle in derjenigen Form, wie man solches an peripherischen Nervenprimitivfasern des Frosches erkennt. Untersucht man aber mit stärkeren Vergrösserungen (360 bis 700) genau, so findet man an diesen — scheinbar nackten — Axencylindern eine grössere oder kleinere Anzahl von Ausläufern, in Form der von mir beschriebenen Elementarröhrchen, welche sowohl die Verbindung des Fortsatzes mit der ihn umgebenden Hülle (Fortsetzung der Nervenzellenhülle), als mit den Fasern und Nervenzellen der nächsten Umgebung bewirken.

Ich kann also — nach meinen Erfahrungen — die Existenz nackter Axencylinder in der grauen Substanz (eben so wenig wie in der weissen) des Frosch-Rückenmarks nicht zugeben. Abgesehen von den anatomischen Thatsachen, welche die Verbindungstheile der sogenannten nackten Axencylinder mit ihrer Umgebung positiv darthun, ist es ungereimt, anzunehmen, dass eine Faser im Rückenmarke auf weite Strecken hin mit ihrer nächsten Umgebung keine Communication haben sollte. Solche Fasern wären im Rückenmarke gleich fremden Körpern; eben so wie es ungereimt ist, anzunehmen, dass das

Parenchym einer Nervenzelle nicht in einer anatomischen Verbindung mit ihrer Hülle stehe — allenfalls nur in blossem Contact. — Unterscheidet nun Kupffer (wie Bidder und seine Schüler überhaupt) noch gar die nackten Axencylinder der grauen Substanz von den Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks dadurch, dass jene keine Markscheide besitzen, und letztere erst in der weissen Substanz (so wie in den Nervenwurzeln und peripherischen Nerven) sich um die nackten Axencylinder herumlegen soll (s. o. p. 728, 746, 841) — so ist es nun gar erst unerklärlich, wie diese Markscheide nicht auch in der grauen Substanz vorhanden sein, die Axencylinder umgeben sollte. Denn Kupffer (wie Bidder und dessen Schüler) nehmen an, dass die Markscheide aus dem Nervenfluidum besteht (in welchem früher Bidder selbst die Nervenzellen als „schwimmend" bezeichnete); da dieses Fluidum nun die Axencylinder der weissen Substanz des Rückenmarks umspült — nach Kupffer (Bidder etc.) — die Axencylinder der grauen Substanz aber die unmittelbaren Fortsätze, resp. Anfänge der Axencylinder der weissen Substanz sind, und alle diese Axencylinder in grauer wie in weisser Substanz, nach Kupffer (Bidder etc., s. o. p. 728 u. a. O.), wie in den Hohlräumen eines Schwammes eingelagert sind, diese Hohlräume der grauen und weissen (Bindegewebs-) Substanz nur durchziehen, ohne mit den Wandungen dieser Hohlräume in irgend einer Verbindung zu stehen, — so ist es unbegreiflich, wie die, die Markscheide bildende, Flüssigkeit nur innerhalb der Hohlräume der weissen Substanz isolirt verbleiben sollte, ohne sich in die continuirlichen Fortsetzungen dieser Hohlräume innerhalb der grauen Substanz auszubreiten, resp. in letztere überzufliessen, und auch hier die nackten Axencylinder zu umspülen.

Auch müsste Kupffer (wie Bidder und seine Schüler) zugeben, dass — nach ihren Ansichten — eine Selbstständigkeit der Markscheide verschiedener einzelner Nervenprimitivfasern in weisser Substanz eben so wenig möglich sei, wie in grauer. Denn da die Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz sich an vielen Stellen auf das Innigste verflechten und durchkreuzen, so kann es nicht anders kommen, als dass die „nackten" Axencylinder (verschiedener Nervenprimitivfasern) sehr nahe an einander vorbeiziehen, resp. sich gegenseitig berühren, also in gewissen Strecken durch einen und denselben Hohlraum des sogenannten Bindegewebes der grauen wie der weissen Substanz hindurchtreten. In dieser, mehreren nackten Axencylindern gemeinschaftlichen, Strecke eines Hohlraums müsste demnach die „Markscheide", d. h. das flüssige Nervenmark, der verschiedenen Axencylinder zusammenfliessen, sich vermischen, und verschiedene Axencylinder hätten eine gemeinschaftliche Markscheide, resp. das Nervenfluidum der verschiedensten Nervenprimitivfasern müsste sich hier unter einander mischen. — Da ferner Kupffer (Bidder etc.) das Bindegewebelager in grauer (wie in weisser) Substanz als eine formlose Masse ansieht, in welcher eine besondere Textur nicht statuirt werden könne, so ist es ferner unbegreiflich, wie das Fluidum der Markscheiden in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarks um die nackten Axencylinder herum in begränztem Raum erhalten werden kann, ohne dass diese Flüssigkeit (Markscheide) in das lockere — gleich einem Maschennetz mit zahllosen Räumen versehene — Bindegewebe sich imbibire oder infiltrire.

Es möge genügen, auf diese wenigen Punkte aufmerksam gemacht zu haben, um zu zeigen, wohin die Annahme „nackter" Axencylinder in der grauen Substanz des Rückenmarks führen muss. Nach dem positiven Resultate meiner Beobachtungen muss ich behaupten, dass in der grauen (wie in der weissen) Substanz des Rückenmarks nackte Axencylinder nicht vorkommen, dass — wo solche erscheinen — sie nur Artefacte sind, in Folge der Präparation hervorgebracht, und dass alle die als „nackte Axencylinder" von Kupffer (Bidder etc.) angesehenen Theile in der grauen Substanz des Rückenmarks entweder Fortsätze von Nervenzellen sind, oder Nervenprimitivfasern, welche alle Charaktere der Nervenprimitivfasern im Allgemeinen an sich tragen, d. h. mit der sogenannten Hülle und dem sogenannten Marke versehen sind.

II. Die Nervenzellen findet Kupffer (l. c. p. 16—19) in allen Gebieten des Rückenmarks, in der grauen Substanz, und zwar in zwei, in Form und Grösse sich von einander unterscheidenden Gattungen.

1) Die grossen Nervenzellen, von 0,008'''—0,02''' Durchmesser, welche er für identisch mit den „grossen Ganglienkörpern", „multipolaren Nervenzellen" oder „spindelförmigen" Zellen hält. Sie sollen sich bei'm Frosch ausschliesslich nur in den „Substantiae cinereae portiones anteriores laterales" vorfinden, womit Kupffer die Angaben Owsjannikow's und Schilling's (bei den übrigen Wirbelthieren) auch bei Fröschen nachgewiesen zu haben glaubt. Wenigstens sah Kupffer die grossen Nervenzellen niemals, „ultra diametrum medullae transversam in posteriore substantiae cinereae dimidio", womit meine Erfahrungen an Fröschen bis jetzt zwar im Ganzen übereinstimmen. Diese Zellen liegen stets in einer gewissen Entfernung vom Canalis spinalis; Kupffer hat dieses in Fig. 1 seiner Schrift abgebildet. Sie besitzen mindestens drei und zuweilen vier Fortsätze. Auch mit diesen Angaben sind meine Erfahrungen übereinstimmend. Indessen habe ich doch einige Male deutlich spindelförmige Zellen grösster Gattung in den grauen Hinterhörnern, vereinzelt, gesehen.

2) Kleine Nervenzellen von 0,0035'''—0,004''' Durchmesser, von runder Form, in grösserer Zahl als jene grossen Zellen in der grauen Substanz vorkommend; jede Zelle enthält einen, oft auch zwei Kerne. Diese Zellen sind, „satis confertim atque aequabiliter per totam substantiam cineream diffusae . .", am zahlreichsten am Boden der 4. Hirnhöhle und im Filum terminale, nicht isolirbar, weil auf das Innigste mit der formlosen Masse vereinigt, „cum substantia fundamentali informi tamen arctissimo continentur connexu." Diese Zellen haben blasse Fortsätze, anfangs breit, dann rasch sich verschmälernd, und entweder frei endigend (d. h. doch wohl: abgeschnitten) oder allmählig sich verdünnend und verschwindend.. „in substantiam fundamentalem abibant limitibus paulatim evanescentibus . ." (d. h. sie konnten auf dem Abschnitt nicht weiter verfolgt werden), oder: die Fortsätze vereinigten sich mit den gleichen Fortsätzen einer bis drei benachbarter Zellen . . „cum cellulae proximae simili processu conjungebantur" . . id quod creberrime est observatum." Nahe dem Canalis centralis ist oft ein Fortsatz mit dem aus einer Epithelialzelle hervorgehenden Fortsatz in Verbindung (l. c. p. 20). Das ganze Bild habe Aehnlichkeit mit haufenweis untereinander verbundenen Bindegewebskörperchen.

Diese kleinen und runden angeblichen Zellen der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks hält Kupffer (l. c. p. 40) für Bindegewebe-Körperchen, eben so wie Owsjannikow die nächst dem Canalis centralis des Petromyzon-Rückenmarks gelegenen Körperchen für Bindegewebe-Elemente erklärte. Kupffer meint, man habe diese Körper ohne genügende Gründe für Nerven-Elemente gehalten, obwohl sie von denjenigen Nervenzellen, welche wahren Nervenfasern den Ursprung geben („dimittunt"), durchaus verschieden seien („nulla omnino intercedit similitudo"). Die wahren Nervenzellen seien: gross, eckig, von kaum erkennbarer Hülle umgeben, hätten einen grossen, blassen Kern, ein gleichmässiges, festweiches Parenchym, welches durch Chromsäure citronengelb gefärbt werde, seien in Räumen der formlosen Substanz lose eingebettet, fänden sich nur in den grauen Vorderhörnern in bestimmten Gränzen haufenweise vor, und nicht unterhalb des Ursprungsortes des zehnten Spinal-Nerven. Die fraglichen andern Zellen dagegen seien: rundlich, von derselben Kleinheit wie die Bindegewebszellen in anderen Geweben, hätten eine dichte Hülle („membrana densa"), welche durch Chromsäure intensiv dunkel gefärbt werde, ein körniges Parenchym, und einen oder mehrere dunkle Kerne; von ihnen gehen keine Axencylinder aus, noch weniger stehen sie mit solchen in Verbindung; die meisten derselben senden zwar dünne, blasse Fortsätze aus (p. 41), welche mit einander anastomosiren; sie hängen mit der formlosen Substanz auf das Innigste zusammen, und fänden sich selbst bis an das unterste Ende der gelatinösen Substanz des Filum terminale vor, wo man auch bei den schärfsten Vergrösserungen keine Nervenfasern mehr antreffe. Ein Stückchen Unterhaut-Zellgewebe und ein Stückchen

aus dem Filum terminale des Frosches, mit Essigsäure behandelt, böten unter dem Mikroskop einen und denselben Anblick, so dass sie nicht von einander zu unterscheiden seien. Mit diesen Zellen kämen ausserdem im Filum terminale gleichzeitig elastische Fasern vor (Henle's Kernfasern), welche (von Kölliker, Virchow, Donders) stets als weiter entwickelte geschwänzte Bindegewebe-Körperchen betrachtet worden seien. Diese Fasern kämen auch im übrigen Rückenmark vor und bildeten ein dichtes Netzwerk („magnam linearum retiumque tenuium multitudinem") von Fasern. Aus diesem Grunde müsse die graue Substanz des Frosch-Rückenmarks als grösstentheils aus formlosem Bindegewebe, in welchem rundliche und geschwänzte Bindegewebskörper, so wie elastische Fasern eingebettet sind, zusammengesetzt angesehen werden (p. 43 . . „cineream medullae spinalis ranarum substantiam majore ex parte e tela conjunctiva informi, quae vocatur, consistere, cui telae, uti semper, item hîc plurima telae conjunctivae corpuscula subrotunda caudataque et fibrae elasticae interstitiales immersa sint").

Kupffer hat hier eine grosse Anzahl von Gründen zur Stütze seiner Ansicht aufgestellt. Wenn wir dieselben genau prüfen, so bestehen sie im Folgenden:

a. Die Grösse der Zellen. Die ächten Nervenzellen messen nach Kupffer 0,02''' bis 0,008'''. Die Bindegewebszellen oder die problematischen Zellen der grauen Substanz 0,0035'''—0,004'''. Kupffer sucht hierin ein unterscheidendes Merkmal beider Zellenarten. Es fragt sich aber, ob es gestattet ist, auf die Grösse der Nervenzellen ein so bedeutendes Gewicht zu legen, wenn dieselbe bei den anerkannt ächten Nervenzellen von 0,02''' — 0,008''' schwankt. Denn der Unterschied von 0,02''' und 0,008''' ist ein so viel bedeutender (von $^1/_{50}'''$ bis $^1/_{120}'''$) als der von 0,008''' zu 0,004''' ($^1/_{120}'''$ bis $^1/_{250}'''$), dass dieser Grund nur dann in Anschlag zu bringen wäre, wenn mit aller Sicherheit nachgewiesen werden könnte, dass Zwischengrössen niemals aufgefunden würden. Letzteres ist aber nicht der Fall. Sollte man nicht vielmehr hier einzuwenden berechtigt sein, dass, wenn in der Grösse der als ächt anerkannten Nervenzellen eine so bedeutende Differenz existirt, wie die von 0,02'''—0,008''', eine Differenz von 0,004''' kaum als eine bedeutende angesehen werden könne? Ich vermag also in der verschiedenen Grösse beider Zellen a priori nicht den wichtigen Unterschied zu finden, welchen Kupffer zu finden glaubt, ganz abgesehen davon, dass ich die Zellen der grossen Gattung grösser und kleiner fand, als Kupffer (0,40'''—0,006'''), und die Zellen kleiner Gattung stets viel grösser fand, als Kupffer angiebt, worüber weiter unten das Genauere.

b. Die Form der Zellen. Die ächten Zellen sind nach Kupffer eckig, die problematischen rundlich. Dieser Grund ist, nach vielfachen Erfahrungen, welche ich über diesen Gegenstand gemacht, nicht stichhaltig. Denn die ächten Nervenzellen sind nicht immer eckig, weder beim Frosch-Rückenmark, noch im Rückenmark höherer Thiere; die grossen Nervenzellen sind meist kugelförmige, jedoch etwas abgeplattete Körper, und ihr eckiges Ansehen entsteht auf feinen Abschnitten durch deren Verstümmelung mittelst des Schnittes, indem die im Abschnitt sichtbaren Theile des Nerven-Körpers, sammt den von ihm ausgehenden 2 bis 4, resp. mehr grossen Fortsätzen, das von der Kugel-Form abweichende spindelförmige oder dreieckartige Aussehen bedingen. Man sieht auf guten Querabschnitten die verschiedensten Formen der grossen Nervenkörper, eckige wie rundliche. — Die problematischen Zellen sind aber nicht immer rundlich, wie Kupffer angiebt, sondern auch sie bieten verschiedene Formen auf feinen Abschnitten dar. Dass diese Formen, wegen der Kleinheit der Zellen, nicht so in die Augen springen, wie das bei den grossen Nervenzellen der Fall ist, erklärt sich leicht. Bei gleicher Vergrösserung wird ein eckiger, oder mit ungleicher Oberfläche versehener, Körper von bedeutenden Dimensionen stets die Ecken und Ungleichheiten auffallender zeigen, als ein anderer unweit kleinerer Körper von übrigens ähnlicher Form, selbst im mathematischen Sinne dieses Worts. Bei starken Vergrösserungen findet man aber die Formen der fraglichen kleinen Zellen eben so wechselnd als die der grossen Nervenzellen. Bald findet man jene rundlich, bald mit einem längeren oder

kürzeren Fortsatze versehen, bald mit zweien, dreien oder mehreren nach den verschiedensten Richtungen ausgehenden Fortsätzen, eben so, wie das von den ächten Nervenzellen bekannt ist, nur sind die Fortsätze verhältnissmässig fein und dünn. Durch diese Fortsätze, welche — je nach der Verstümmelung der fraglichen Zellen durch den Schnitt — in bald grösserer, bald kleinerer Anzahl in den feinsten Segmenten zum Vorschein kommen, erscheinen auch diese problematischen Zellen bald als apolare, bald als unipolare, oder geschwänzte, bald als bipolare oder spindelförmige, oder als tripolare oder trianguläre, oder endlich als multipolare oder sternförmige Zellen. Diese Erfahrungen hat sogar Kupffer selbst gemacht, und er führt sie pag. 41 auch an. Er fand in dem Filum terminale des Frosch-Rückenmarks „cellulas . . magis variis formis praeditas, quam quae in segmentis prioribus apparuerant. . ." So fand er, dass diese Zellen nicht alle rundlich sind, wie er früher angegeben, sondern . . „non omnes cellulas aequabiliter rotundas se praebuerunt, sed pleraeque earum radios pallidos . . . dimittebant, nec non radiorum tenerorum, interdum in fila tenuissima exeuntium, anastomoses plane cognosci poterant . . ." Streng genommen widerspricht also Kupffer an dieser Stelle seiner früheren Aeusserung, in welcher er die rundliche Form als etwas Charakteristisches für diese Zellen in Anspruch nimmt; er sagt p. 40: „contra hae cellulae subrotundae . ." u. s. w., im Gegensatze zu den ächten Nervenzellen, welche er „corpora magna angulosa . ." nennt.

Hiernach wäre auch dieser Grund kein solcher, welcher die betreffenden Zellen kleinster Gattung als nicht nervöse Elemente charakterisiren könnte.

c. Die Hülle der Zellen. Bei den grossen ächten Nervenzellen soll die Hülle, nach Kupffer, kaum erkennbar sein, „indumento vix conspicuo involuta", p. 48, bei den problematischen Zellen hingegen sei sie dicht, „membrana densa, quae acido chromico colore intenso, fusco imbuitur, obductae", p. 40. Kupffer giebt also doch zu, dass beide Zellenarten Hüllen haben, und hierin stimmen meine Erfahrungen überein. Die ächten grossen Nervenzellen zeigen aber nicht selten, bei Fröschen wie bei höheren Wirbelthieren, die Hülle so deutlich, dass es wohl nicht passend ist, solche „vix conspicua" zu nennen. Man sieht, namentlich an Chromsäure-Weingeist-Präparaten, das Parenchym der Zelle häufig fast überall von der Hülle abgelöst, weil condensirt, oder zusammengeschrumpft in Folge der Weingeistwirkung, und nur da, wo die Fortsätze der Zelle mit den Umgebungen verbunden sind, wo also ein weiteres Zusammenschrumpfen des Zellenparenchyms oder des Zellenhüllen-Inhalts verhindert war, da sieht man die Zellenhaut noch in enger Verbindung mit den Zellenfortsätzen. An solchen Präparaten kann man sich auf das Deutlichste von der Existenz einer besonderen Hülle grosser Nervenzellen überzeugen. — An den kleinen Nervenzellen — in Kupffer's Sinn — ist die Hülle isolirt viel weniger leicht zu erkennen, als an den grossen; die Erklärung werde ich weiter unten geben. Man sieht begreiflicher Weise im Allgemeinen nie so deutliche Bilder isolirter Zellenhüllen an kleinen Zellen, als an grossen. In der That weiss ich aber keinen Grund aufzufinden, weshalb Kupffer den kleinen fraglichen Zellen eine stärkere Hülle zuschreibt, „membrana densa", als den ächten grossen Nervenzellen. Nur die Schärfe der Umrisse desjenigen Gebildes, welches von Kupffer für die Hülle gehalten wird (s. unten), konnte eine solche Annahme hervorrufen.

Dass diese Hülle an den kleinen Zellen von Chromsäure intensiv dunkel gefärbt werde, nicht aber diejenige an den grossen Nervenzellen, wie Kupffer sagt, ist, nach meinen Erfahrungen, nicht constant zu beobachten. Nur wenn die Gränze (die Peripherie) des Zellenkerns als Zellenhülle angesehen wird — alsdann findet man das von Kupffer gegebene Bild naturgetreu (s. unten). Ich finde die Hülle der feinen Zellen oft so auffallend blass, dass sie kaum zu erkennen ist, und an den grossen Nervenzellen erscheint dieselbe meist so deutlich und dunkel, dass ich mich billigerweise wundern muss, wie man ihre Existenz bezweifeln konnte, und umgekehrt. — Ich finde also auch in Allem, was

Kupffer über die Hüllen der beiden Zellengattungen anführt, keinen Grund, eine wesentliche Differenz beider zu statuiren.

d. Das Parenchym der Zellen. Kupffer nennt dasjenige der problematischen Zellen „substantia granulosa“, p. 40; das der ächten Nervenzellen soll „ad albuminis aequabiliter coagulati speciem prope accedere . .“, p. 18, oder gleichmässig, festweich sein. Ich finde, dass beides unter dem Mikroskop ein granulöses Ansehen hat, und Kupffer hat sich auch nicht weiter und genauer hierüber ausgesprochen. Kupffer sagt (p. 19), dass durch Chromsäure der Inhalt dieser problematischen Zellen dunkel gefärbt werde, „licet acidum (chromicum) substantiae, quae cellulis inest, speciem paulo fusciorem (als bei ächten Nervenzellen!) induere videatur . . tamen . . nucleos . . cognoscere licet . .“, während das Parenchym der ächten Nervenzellen durch Chromsäure citronengelb gefärbt werde. Die Ursache dieses Unterschieds liegt wohl in der leichteren Imbibition der kleinen als der grossen Zellen. Ich kann aber, nach meinen Beobachtungen, keine wesentliche Verschiedenheit in den hier von Kupffer gemeinten Parenchym-Theilen beider Zellengattungen finden, auch nicht in der Färbung derselben durch Chromsäure; und somit bleibt auch in Bezug auf das Parenchym der betreffenden Theile nichts auffallend, was einen charakteristischen Unterschied beider bedingen könnte.

e. Der Kern der Zellen soll, nach Kupffer, gross und blass bei den ächten Nervenzellen sein, dagegen bei den problematischen Zellen soll er dunkel und nicht immer einfach, sondern mehrfach in einer Zelle vorhanden sein. Auch dieser Grund ist, nach meinen Beobachtungen, nicht ein allgemeiner, sicherer, durchgreifender. Die grossen Zellen enthalten bald einen hellen, bald einen sehr dunklen Kern, dessen Farbe von derjenigen des Parenchyms nicht auffallend absticht. Ich glaube, dass die Dauer und Concentration der Chromsäure-Wirkung hier viele Verschiedenheiten bedingt. Die Kerne der kleinen Zellen sind ebenfalls nicht immer dunkler als die der grossen Zellen, sondern oft hell. Mehr als ein Kern ist zwar selten in einer grossen Zelle zu finden (bei Petromyzon fand ich, in manchen Individuen, fast in jeder der grossen Nervenzellen nächst dem Canalis centralis doppelte oder in Theilung begriffene Kerne), aber man findet doch zuweilen auch mehr als einen Kern in grossen Nervenzellen. Es ist daher auch dieses kein charakteristisches Merkmal zur Unterscheidung der grossen Nervenzellen von den kleinen problematischen, ganz abgesehen von der Deutung, welche Kupffer dem angeblichen Kerne der kleinen Zellen giebt (s. unten).

f. Die Verbindung mit der Umgebung. Kupffer nennt die ächten Nervenzellen „laxius immersae in massae informis lacunas“; während die problematischen Zellen dagegen „arctissime cohaerent cum substantia fundamentali . .“ Kupffer kann dieses Argument nur aus der — mit Hülfe feiner Nadeln — leichten Isolirbarkeit der grossen Nervenzellen, und aus der schweren, mit Nadeln fast unmöglichen, Isolirbarkeit der problematischen kleinsten Zellen gezogen haben. Man kann mit Nadeln begreiflicher Weise einen grossen Körper aus einer nachgiebigen weichen Masse leichter ausschälen, als einen andern, welcher so auffallend klein ist, das er bei der nämlichen (schwachen) Vergrösserung nur schwer zu gewahren, und mit Nadeln, isolirt, ganz und gar nicht zu fassen oder zu behandeln ist. Hieraus geht aber noch keineswegs hervor, dass der grosse Körper nur lose befestigt sei, der kleine sehr enge mit der Grundsubstanz zusammenhänge. Vielmehr erscheint jener Schluss ohne Gründe. Denn die kleinen problematischen Zellen findet man am Rande feiner Quer- (und Längs-) Abschnitte so häufig isolirt, dass man im Gegentheil behaupten muss: sie lassen sich eben so leicht, wenn nicht leichter (auf feinen Abschnitten) isolirt darstellen, als die grossen Nervenzellen.

g. Das Vorkommen oder der Fundort der Zellen. Die ächten Nervenzellen sollen, nach Kupffer, „in spatio certis limitibus circumscripto, quum in medullae crassitie, tum per ejus longitudinem, catervatim sunt collocata, solasque anteriores massae cinereae portiones obtinentia locum, quo nervus spinalis decimus oritur, non excedunt“, p. 41. Die kleinen Zellen dagegen „massam cineream gelatinosam stipant usque in extremum fili terminalis finem.“ Es ist allerdings zuzugeben, dass die

grossen Nervenzellen hauptsächlich in den grauen Vorderhörnern vorkommen, aber einzelne kommen, obwohl selten, auch in den Hinterhörnern bei Fröschen vor; bei höheren Wirbelthieren ist es aber eine ausgemachte Thatsache, dass die grossen Nervenzellen auch in den Hinterhörnern sich zahlreich vorfinden. Grosse Nervenzellen kommen daher überall in der grauen Substanz, nur nicht in der nächsten Umgebung des Canalis centralis, vor. Jener Grund, die kleinen Zellen als nicht nervöse zu bezeichnen, kann daher wiederum nicht aufrecht erhalten werden. Denn dass die Gesetze in der Gruppirung der Nervenzellen an dem einen Orte eine Anhäufung der grossen Nervenzellen, an dem andern eine Anhäufung der kleinen bedingen, das ist ein nicht auffallenderer Umstand, als dass wir in manchen Theilen des Rückenmarks bei höheren Wirbelthieren die Haufen der grossen Nervenkörper bald in den grauen Vorderhörnern, nächst dem Eintritt der centralen vorderen Nervenbahnen in die graue Substanz (Brust- und Lenden-Anschwellung), bald entfernt von diesen in den grauen Hinterhörnern, hinter dem Canalis centralis beider Seits, auftreten sehen (Dorsal-Kerne). Daher kann auch keine wesentliche Differenz darin gefunden werden, dass an einem Orte vorzugsweise oder ausschliesslich die kleinsten Nervenzellen, die problematischen, angehäuft sind, wie im Filum terminale (ganz abgesehen von der Richtigkeit der Thatsache, welche ich nicht zugeben kann; denn im Filum terminale finden sich die problematischen Zellen nicht dichter oder häufiger vor, als in der grauen Substanz der übrigen Rückenmarks-Regionen) des Frosches; eben so wenig, als wir die ächten Nervenzellen in dem oberen Theile des Filum terminale der Säugethiere, welche hier aber alle, oder fast alle, auffallend kleinere Durchmesser zeigen, als in allen höheren Stellen der grauen Vorderhörner, für etwas Anderes halten dürfen, als die grösseren Nervenzellen des Rückenmarks. Mit kurzen Worten: die grossen Nerven-Zellen kommen, mit Ausnahme des unteren Theils des Fili terminalis, überall in der grauen Substanz vor, nur bald mehr an einer, bald mehr an der andern Stelle gehäuft. Die kleinen Nervenzellen (problematischen) kommen ebenfalls überall in der grauen Substanz vor, aber auch bald an der einen, bald an der andern Stelle vorzugsweise, oder gehäuft, oder ausschliesslich. Das ist der allgemeine Satz, welcher sich aus den Thatsachen, die den Fundort der Zellen betreffen, ergiebt. Und hieraus kann kein Criterium entnommen werden, welches die kleinen Zellen als wesentlich verschieden von den grossen erweist.

h. Das Entspringen der Axencylinder. Von den ächten Nervenzellen sollen Axencylinder der Primitivfasern entspringen, von den kleinen problematischen Zellen keine Axencylinder ausgehen, „his nulla cum eis ratio nexusque intercedit", pag. 40. Wenn dieser Grund über allen Zweifel erhoben wäre, alsdann würde die Differenz beider Zellenarten unzweifelhaft feststehen. Die Sache verhält sich aber, wie ich weiter unten ausführen werde, ganz anders. Kupffer hat jene Annahme, ohne den genügenden anatomischen Beweis gebracht zu haben, aufgestellt. Ich habe Fortsätze grosser Nervenzellen unzweifelhaft in eine centrale oder peripherische Primitivfaser übergehen sehen. Eben so unzweifelhaft sah ich aber auch die Fortsätze jener problematischen Zellen in Nervenfasern übergehen. Diejenigen Fortsätze der grossen Nervenzellen aber, welche nicht benachbarte Zellen mit einander verbinden und nicht in Nervenprimitivfasern übergehen, spalten sich dichotomisch in die feinsten Aeste, und letztere — dieses ist mir aus vielen Anschauungen wahrscheinlich — gehen in die feinsten Röhrensysteme der Primitivfasern über, bilden Theile der Primitivfasern, der Hülle, des Axencylinders und der Faser- oder Röhren-Systeme zwischen beiden. — Die kleinen (problematischen) Nervenzellen senden Fortsätze aus — gerade wie die ächten grossen, — welche zwar nicht einzelne benachbarte Zellen mit einander verbinden, was zwar Kupffer fand, was ich aber nicht bestätigen kann (s. unten), welche aber, sich spaltend, in feinste Fasern übergehen (ebenfalls von Kupffer gesehen), die ebenfalls — obgleich nicht unmittelbar, worüber weiter unten Genaueres — Theile der feinsten Röhrensysteme der Primitivfasern (Hülle, Axencylinder, Verbindungsröhren beider) bilden.

Weit entfernt also, einen wesentlichen Unterschied beider Zellenarten in den von ihnen ausgehenden Fortsätzen zu finden, sehen wir sogar in dem Verhalten und der endlichen Bestimmung oder

Verbindung der Fortsätze mit Primitivfasern, dass sie einem und demselben Systeme angehören, einen und denselben Weg verfolgen.

i. Die Aehnlichkeit des Zellgewebes und des Fili terminalis, mit Essigsäure behandelt, unter dem Mikroskop, soll endlich, nach Kupffer, die zellgewebige Natur des Fili terminalis, oder die Identität der in ihm enhaltenen Zellen mit Bindegewebskörperchen darthun. Ich glaube, dass auch dieser Grund nicht probehaltig ist. Denn die durch Essigsäure bedingten Veränderungen können beide Theile ähnlich machen, obwohl sie übrigens verschieden sind; diese eine Reaction darf nicht entscheiden. Ferner macht Essigsäure das Object nicht deutlicher, sondern die Theile quellen auf, werden blasser und undeutlicher. Sie sind also schwieriger zu erkennen, und noch schwieriger von einander zu unterscheiden. Die Essigsäure darf daher nicht einmal als ein passendes Reagens betrachtet werden, um bei Entscheidung dieser Frage eine Rolle zu spielen. Man könnte selbst umgekehrt sagen: dass, bei Anwendung der Essigsäure, in dem Unterhaut-Zellgewebe Theile von Primitivfasern (Nervenmark) mit Zellgewebe-Körperchen verwechselt werden könnten.

k. Das Vorkommen von elastischen Fasern im Rückenmarke, und vorzugsweise im Filum terminale, in Verbindung mit den problematischen kleinen Zellen, charakterisire die letzteren als Bindegewebskörper (Kupffer). Gesetzt, wir wollten zugeben, dass im Rückenmarke elastische Fasern als ein gesondertes System vorkommen, und auch noch zugeben, dass diese Fasern im Filum terminale am zahlreichsten sich vorfänden, so folgt daraus noch nicht, dass die mit ihnen an gleichem Orte vorkommenden Zellen alle Bindegewebszellen seien. Denn es ist nicht nothwendig, dass die elastischen Fasern in einem Organe nothwendig nur immer in Begleitung der nämlichen Elemente vorkommen müssen, wie in einem andern Organe. Die elastischen Fasern in der Milz, in den Blutgefässen u. s. w. sind nicht in Begleitung grosser Nervenzellen, wie im Rückenmarke, und doch sind in beiden elastische Fasern vorhanden.

Eine ganz andere Frage drängt sich aber auf, wenn man Kupffer's Abbildung, Fig. 3, betrachtet. Sie ist bei 400-facher Vergrösserung gezeichnet, und stellt ein Stückchen auseinandergezerrter grauer Substanz dar. Was Kupffer hier als Bindegewebskörper zeichnet und bezeichnet, entspricht genau dem Nucleus der von mir oben beschriebenen zweiten Nervenzellen-Gattung des Rückenmarks, und ich stehe nicht an zu behaupten, dass Kupffer sich hier einer Täuschung ausgesetzt habe, indem er den Nucleus einer Nervenzelle für einen Bindegewebs-Körper, resp. für eine Zelle hielt, wie denn auch in Fig. 1 u. 2 der Kupffer'schen Abbildungen die angeblichen Bindegewebs-Körper nichts Anderes sind, als die Nuclei von Nervenzellen, die allerdings den Anschein von kleinen Zellen geben, und leicht zu Täuschungen veranlassen können. Dieser Ansicht bin ich um so mehr, als Kupffer, p. 44, angiebt, dass er bei Untersuchungen der Pia mater — einer als aus Bindegewebe (und elastischen Fasern) anerkannt zusammengesetzten Membran — niemals die rundlichen Bindegewebs-Körper wie in der grauen Rückenmarks-Substanz gefunden habe; weshalb er denn auch das Bindegewebe der grauen Substanz als auf einer niedrigeren Stufe der Entwickelung stehend betrachtet, als die Pia mater, „quippe in qua (der grauen Substanz) cellulae et numero longe praestent, et formam subrotundam prae se ferant;" ein Schluss, der in der That nicht gerechtfertigt genannt werden kann, weil die Nuclei aller der Epithelialzellen der Pia mater (und Dura mater) mit den von Kupffer sogenannten Bindegewebs-Körpern so genau übereinstimmen, dass man solche — an und für sich — nicht von einander unterscheiden kann. — Was die dichotomisch getheilten und in der Mitte mit einer Anschwellung versehenen Fasern betrifft, welche Kupffer als elastische oder Kernfasern bezeichnet, so halte ich solche theils für Fortsätze von Nervenzellen, theils für Elementarröhrchen von Nervenprimitivfasern, und die Kerne für die Reste verstümmelter kleiner Zellen; theils aber auch für Kunstprodukte, durch die Präparation und die Auseinanderzerrung des Präparats entstanden.

Ich finde daher schon in dem Erörterten allein keinen festen Anhaltepunkt in Kupffer's Behauptungen, welcher eine Differenz zwischen beiden Gattungen von Zellen begründen könnte. Der Hauptbeweis gegen diese Ansicht Kupffer's liegt aber darin, dass Kupffer die Nuclei der Zellen für die Zellen selbst gehalten hat, dass er das, diese Nuclei umgebende, Zellenparenchym und dessen Hülle nicht erkannt, und aus diesem Grunde die Nuclei der Zellen als Bindegewebs-Körper, resp. als ganze Zellen bezeichnet hat. Den Nucleolus dieser Kerne hat Kupffer als Nucleus, und die körnigen Massen im Parenchym des Nucleus als mehrfache Kerne des Bindegewebs-Körpers bezeichnet. Der Beweis dieser meiner Behauptung liegt in den folgenden Thatsachen:

Die sogenannten Bindegewebs-Körperchen im Frosch-Rückenmark sieht man allerdings beim ersten Blick, und im Allgemeinen ganz so, wie solche von Kupffer beschrieben worden sind. Sie sind meist rund oder elliptisch, messen $^1/_{300}{}'''$ bis $^1/_{150}{}'''$ = 0,0033''' bis 0,0066''' im Durchmesser, haben scharfe dunkle Contouren, nicht selten (bei 360-facher Linear-Vergrösserung) eine Doppel-Contour; bei der Einstellung ihres Centrums in den Focus zeigen sie den von Kupffer bezeichneten Kern, in Form eines runden (Kern-) Körperchens von $^1/_{1500}{}'''$ bis $^1/_{750}{}'''$ Durchmesser; dieses Körperchen hat eine helle Mitte und scharfe dunkle Contouren. Die Oberfläche der sogenannten Bindegewebs-Körperchen zeigt sich granulirt oder schwarz punktirt. Von vielen dieser Körper gehen feine Fortsätze in verschiedener Zahl, 1 bis 6 und mehr, nach verschiedenen Richtungen aus. Diese sog. Bindegewebskörper sind meist kleiner als die Nuclei der grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner des Frosch-Rückenmarks, letztere noch einmal so gross im Durchschnitt. Es giebt aber auch in grossen Nervenzellen solche Nuclei, die von den sog. Bindegewebskörpern sich durch nichts — selbst nicht durch die Grösse — unterscheiden. Die sogenannten Bindegewebs-Körper sind eben so gross wie die Nuclei der Blutkügelchen des Frosches (in Chromsäure-Präparaten), und sehen eben so aus; eben so wie die Nuclei des Pflasterepithels der Pia mater und Arachnoidea des Frosches. Dass der Durchmesser der sog. Bindegewebs-Körper wechselt, von $^1/_{300}{}'''$ bis $^1/_{150}{}'''$, ist nicht schwer zu constatiren.

Untersucht man genau, so findet man, dass ein jeder dieser sog. Bindegewebs-Körper von einem hellen Raum umgeben, dessen Durchmesser von $^1/_{150}{}'''$ bis $^1/_{75}{}'''$ bis $^1/_{60}{}'''$ variirt, und dass dieser helle Raum von einer scharfen dunklen Contour begränzt ist. Oft schliesst ein solcher heller Raum mehrere solcher Körper ein. Der lichte Raum ist auf den ersten Blick anscheinend leer; untersucht man genau, und an genügend feinen Abschnitten, so findet man in diesem Raume ein Netzwerk von unmessbar feinen Pünktchen und Fasern. Von der Peripherie des lichten Raumes sieht man breite ($^1/_{300}{}'''$ Durchmesser) Fortsätze abgehen, begränzt durch zwei Parallellinien an jeder Seite; zwischen beiden ist beim ersten Blick anscheinend weiter nichts zu erkennen; ausserdem gehen von der Peripherie viele feinste, den Elementarröhrchen gleiche, Fasern ab, welche sich mit der nächsten Umgebung netzartig vermischen. — Schon bei 50-facher Vergrösserung sieht man an Abschnitten aus solchen Rückenmarken, die in Chromsäure gehärtet worden — besonders deutlich aber an solchen aus in Chromsäure gehärteten Rückenmarken, die vor Anfertigung der Abschnitte einige Tage in Carminlösung gelegen haben, durch welche diese Körper roth gefärbt werden — die graue Substanz wie besäet mit diesen sogenannten Bindegewebs-Körperchen; an jedem Körper den lichten, hellen Hof (das Zellenparenchym).

Diese sog. Bindegewebs-Körper sind in jeder Epithelialzelle des Centralcanals als Kern der Epithelialzelle zu erkennen. An diesen Zellen liegt das Parenchym so dicht um den Kern, resp. ist das Parenchym so schmal, dass man es oft nur mit Mühe gewahrt. Die graue Substanz vorzugsweise erscheint, wie gesagt, mit diesen sog. Bindegewebs-Körpern wie durchsäet. In der Pia mater (auf feinen Abschnitten) aber sieht man solche gar nicht, oder nur so selten, dass man solche als zufällige Auflagerung in Folge der Präparation ansehen kann, wie man solche abgetrennte Körperchen auch im (leeren) Raume des Centralcanals häufig antrifft. In allen weissen Strängen kommen sie isolirt

vor, umgeben von ihrem hellen Hofe, der bald rundlich, meist mit Ecken, Zacken, Spitzen oder Ausläufern besetzt ist. Hier sind diese letzteren (Ausläufer) durchaus nicht von Axencylindern der breiten Nervenprimitivfasern zu unterscheiden.

In der Substantia gelatinosa centralis sind die sogenannten Bindegewebskörper nicht auffallend zahlreich, und liegen viel weniger dicht gedrängt zusammen, als in der grauen Substanz überhaupt.

Auf Längsabschnitten (welche in rechtem Winkel durch die Fissura posterior und anterior des Rückenmarks fallen) sieht man die sog. Bindegewebs-Körperchen in der weissen Substanz nicht selten, obwohl bei weitem nicht so zahlreich, wie in der grauen Substanz. Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man alsdann, dass diese Bindegewebs-Körper nichts Anderes sind, als die Kerne sehr durchsichtiger Zellen, von denen breite Nervenprimitivfasern der Hinterstränge u. s. w. ausgehen.

In den näher dem grauen Hinterhorn fallenden Längsabschnitten erscheinen zuweilen ganze Reihen hinter einander liegender sog. Bindegewebs-Körperchen. Ob hier mehrere Kerne einer einzigen Zelle sichtbar sind, ob jeder Nucleus seine eigne Zelle hat, ist wegen der vielen, in verschiedenen Richtungen die sog. Bindegewebs-Körper begränzenden, Fasern nicht zu sagen.

In den Seitensträngen fand ich sogenannte Bindegewebs-Körper als Kerne grösserer Zellen, von denen Querfasern in die graue Substanz traten, und die deutlichste Kreuzung mit den Längsfasern der Seitenstränge bildeten.

Nach allen diesen Thatsachen muss ich die von Kupffer sogenannten Bindegewebs-Körper des Frosch-Rückenmarks für die Kerne grosser Zellen erklären, von Zellen, deren Parenchym sehr durchsichtig ist, und welche schmale und breite Fortsätze aussenden, die sich also von Nervenzellen nicht wesentlich unterscheiden lassen.

Die von Kupffer (Bidder und seiner Schule) sogenannten Bindegewebs-Körperchen in der Substantia gelatinosa (und grisea) des Menschen- und Kalbs-Rückenmarks etc. erscheinen, fast ganz wie im Frosch-Rückenmark, als die Nuclei heller Zellen; letztere haben $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$ im Durchmesser. Die Nuclei $^1/_{500}'''$ bis $^1/_{300}'''$, auch wohl über $^1/_{300}'''$. Die Nucleoli zeigen $^1/_{1500}'''$ im Durchmesser. Die Zellen haben oft lange und $^1/_{300}'''$ breite Ausläufer, 2—3 und mehr an Zahl, welche von Nervenprimitiv-Fasern sich nicht unterscheiden. Die Nuclei haben gleichfalls Ausläufer, die vorzugsweise erst bei 700-facher Vergrösserung erscheinen. Oft sieht man die Doppelcontour der Nuclei schon bei 360-facher Vergrösserung.

Häufig sind die sogenannten Bindegewebs-Körper von der Querdurchschnitts-Fläche eines Axencylinders nicht zu unterscheiden; die helle Umgebung des sogenannten Nervenmarks macht die Täuschung noch grösser. Letzteres zeigt, wegen der schrägen (unregelmässigen) Querdurchschnitts-Fläche (nicht im rechten Winkel) durch die gekrümmte oder gewundene Nervenprimitivfaser, Zacken und Ausläufer. — Nicht selten findet man diese sogenannten Bindegewebs-Körper in eine Nerven-Primitivfaser einer centralen hinteren Nervenbahn eingeschlossen, und den Fortsatz des (Nucleus) Bindegewebs-Körpers scheinbar in den Axencylinder übergehend, resp. solchen bildend, die ganze Zelle also eingeschaltet in die Continuität einer solchen Nervenprimitivfaser (bipolare Nervenzelle).

Nach diesen Thatsachen kann ich auch die von Kupffer, Bidder (s. oben p. 871, ff.) und dessen übrigen Schülern in der grauen Substanz des Rückenmarks der Säugethiere, Vögel und Fische für Bindegewebs-Körper erklärten Theile nur für die, von jenen Forschern verkannten, Nuclei grösserer oder kleinerer Zellen erklären, die sich von den genuinen Nervenzellen durch nichts wesentlich unterscheiden. —

Kupffer ist also nur durch einen anatomischen Irrthum zur Annahme gelangt, dass die graue Substanz Bindegewebe sei, indem er die Nuclei von Zellen mit Zellen identificirt. Fasse ich die oben von mir gebrachten Thatsachen für diese meine Behauptung noch einmal kurz zusammen, so lassen sie sich im Folgenden aufführen:

1) Ein jeder sogenannter Bindegewebs-Körper ist von einer hellen Masse umgeben, die schon bei 50-facher Linearvergrösserung wahrzunehmen ist (siehe oben p. 900).

2) Bei stärkeren Vergrösserungen (von 360 linear und höher) erkennt man, dass diese helle Masse nicht ein leerer Raum, sondern dass sie eine, dem Parenchym der übrigen genuinen Nervenzellen ganz gleiche, fibrilläre und körnige, aber sehr durchsichtige Masse ist (s. oben p. 901), deren Fasern nichts Anderes sind, als die Fortsätze der sogenannten Bindegewebs-Körper.

3) An der Peripherie dieses hellen Parenchyms ist eine Hülle zu erkennen (s. oben p. 900), welche mit der Hülle der genuinen Nervenzellen übereinkommt.

4) Von dem eben bezeichneten hellen Parenchym gehen dunkelcontourirte Nervenprimitivfasern aus (s. oben p. 901).

Dass die Nuclei dieser Nervenzellen (die Kupffer für Bindegewebs-Körper erklärt) unter dem Mikroskop ganz und gar den Nucleis der Epithelialzellen des Centralcanals, den Nucleis der Blut-Körperchen (des Frosches), den Nucleis der Epithelialzellen der Pia mater u. s. w. gleich erscheinen, berechtigt eben so wenig dazu, diese Körper als Bindegewebs-Körper zu bezeichnen, als es passend wäre, die kleinen Nuclei der von allen Forschern als genuine grössere Nervenzellen anerkannten Theile, oder die Kerne der genuinen Nervenprimitivfasern (bei jungen Thieren, auch bei Wirbellosen, Krebsen z. B.), die man zwischen der Doppelcontour eingelagert findet (an der Innenseite der äussersten Contour), für Bindegewebs-Körper erklären zu wollen, weil sie gleichfalls in allen Beziehungen mit den von Kupffer sogenannten Bindegewebs-Körpern übereinkommen.

Die hier gemachten Bemerkungen muss ich als das Resultat langer, mit grosser Sorgfalt ausgeführter Untersuchungen erklären, und es war kein Leichtes, zu diesem Resultate zu gelangen. Denn man kann sehr lange Zeit das Rückenmark des Frosches untersucht haben, und man findet Kupffer's Angaben in den Hauptsachen bestätigt. Auch ich bin lange Zeit über die Ansicht Kupffer's im Zweifel gewesen, und habe die betreffenden Körper — namentlich wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Kernen der Epithelialzellen der Pia mater etc. — für Bindegewebs-Körper gehalten, bis ich endlich durch glückliche Abschnitte, hauptsächlich aber durch die mit Carmin gefärbten Chromsäure-Präparate, zu andrer richtiger Ansicht geführt worden bin. An diesen Carmin-Präparaten sind die sogenannten Bindegewebs-Körper roth gefärbt; ihre Umgebung, ihre Fortsätze sind daran deutlicher zu erkennen, als an den blos durch Chromsäure gefärbten Präparaten.

Ich bin daher weit entfernt, (Bidder's und) Kupffer's Ansichten als die Folge grober anatomischer Irrthümer darlegen zu wollen; im Gegentheil zolle ich den Arbeiten (Bidder's und) Kupffer's meinen grossen Beifall. Dieselben sind mit grosser Sorgfalt, Treue und Genauigkeit durchgeführt. Aber die hier zu entscheidenden Fragen gehören zu den schwierigsten der Neurotomie, und es wäre ungerecht, einem so emsigen, vom trefflichsten, reinsten Streben durchdrungenen Forscher, wie (Bidder und) Kupffer sich erweist, einen Vorwurf daraus machen zu wollen, dass er auf einem Felde, auf welchem er gewissermaassen die Urbarmachung begonnen, nicht gleich die tiefsten Schichten des bearbeiteten Feldes erkannt, und manche Fehlschlüsse gemacht habe. Im Gegentheile hat (Bidder und) Kupffer schon durch die Anregung zur näheren Entscheidung dieser Fragen ein wesentliches Verdienst erworben.

Ob ich die Sache richtiger als (Bidder und) Kupffer gesehen — wird die Zukunft entscheiden. Vorerst aber muss ich nach dem Resultate meiner Beobachtungen behaupten, dass Kupffer's Hauptsatz: „cineream medullae spinalis ranarum substantiam majore ex parte e tela conjunctiva informi, quae vocatur, consistere, cui telae, uti semper, item hîc plurima telae conjunctivae corpuscula subrotunda caudataque et fibrae elasticae interstitiales immersae sunt“, p. 43, als unbewiesen und irrthümlich zu bezeichnen ist.

III. Die formlose Grundmasse der grauen Substanz im Frosch-Rückenmark nimmt Kupffer (l. c. p. 14, 15) als das allgemeinste Element der grauen Substanz an, in welchem die übrigen Elemente (Fasern, Zellen etc.) eingebettet sind. Kupffer beschreibt diese Masse als eine „substantia . . continuatim per omne spatium (der grauen Substanz) extensa atque in massae albidae interstitia transiens“ (also auch in der weissen Substanz das allgemeine Bett für deren Elemente bildend). Diese „Substantia fundamentalis informis“ erscheine auf den feinsten Abschnitten als „stratum hyalinum, granulis obsitum perparvis, . . quod quum omnibus locis imaginem undulatam, subtilibus striis insignitam, praebeat, membranae plicis parvulis ubique trajectae speciem induit.“ Dass das wellenförmige Ansehen durch Faltung der Masse entstehe, hält Kupffer auch aus dem Grunde für gewiss, weil, wenn durch Druck auf das Deckgläschen das feine Segment ein wenig angespannt wird, „specie ista corrugata evanescente, massa laevigata aequabiliter pellucidam sese praestat, tensione sublata autem statim prior indoles denuo observatur.“

Mit dieser Angabe Kupffer's kann ich — in Bezug auf die von ihm gezogenen Schlüsse — nicht übereinstimmen. Kupffer hat hier ausser Acht gelassen, dass, je feiner der Abschnitt ist, desto kleiner die Fragmente aller derer Elemente sich darstellen müssen, welche eben durch den Schnitt vom Ganzen abgesondert wurden. Dass man also in den feinsten Segmenten Theile von Primitivfasern, Axencylindern, Nervenzellen-Fortsätzen u. s. w. sieht, von denen man oft gar nicht mehr zu sagen im Stande ist, welchen Theilen sie ursprünglich angehören oder zuzuzählen sind. Alle diese Theile bewirken das Bild einer anscheinend formlosen Masse, die in der Natur aber nicht wirklich existirt, sondern nur durch die Präparation hervorgebracht wird.

Dass bei Anspannung des feinen Segments jene Masse „aequabiliter pellucida“ erscheint, ist ganz begreiflich, auch ohne Annahme einer besonderen „massa informis.“ Denn je gleichmässiger fein der Abschnitt ist, desto gleichmässiger ist überhaupt dessen Durchsichtigkeit; und wenn an einer Stelle sich nichts anderes vorfindet, als eben der Complex von — in den verschiedensten Richtungen durchschnittenen — Fragmenten der bekannten Rückenmarks-Elemente, so ist es begreiflich, dass man nichts anderes sieht, als eine „massa aequabiliter pellucida“, welche — bei Anspannung des Objects — „laevigata“, bei dem nicht angespannten Zustande des Objects aber „undulata“, oder „corrugata“ aussieht. Ein feinster Abschnitt aus der grauen Substanz des Rückenmarks wird unter dem Mikroskop niemals überall in einer absolut horizontalen Ebene an allen Stellen in dem Sehfelde liegen können, daher das wellenförmige, gerunzelte, faltige, oder membranartige Ansehen desselben unter dem Mikroskope erklärlich wird; jenes verschwindet, wenn durch Druck auf das Deckgläschen die grosse Mehrzahl der Punkte jenes Präparats in eine nahezu gleiche Horizontalebene gebracht wird, und umgekehrt. —

Kupffer glaubt für die Existenz dieser „Massa informis“ noch einen andern Beweis in dem Umstand zu finden, dass bei Zusatz von Essigsäure zu jenem feinsten Abschnitte „substantia . . tum turgescens in massam aequabilem hyalinamque mutatur“, nach Verdunstung der Essigsäure „imago prior non mutata recurrit.“

Aber auch hierin finde ich keinen Grund zur Annahme einer besonderen „Massa informis.“ Wenn die Essigsäure sich in die betreffenden Fragmente des Segmentes imbibirt, und solche aufquellen macht, sie auch — solche chemisch umwandelnd — durchsichtiger werden lässt, so ist es ganz begreiflich, dass der Abschnitt „turgescens in massam hyalinam mutatur.“ Darum ist diese „Massa hyalina“ aber noch kein besonderes Gewebe. Dass nach Verdunstung der Essigsäure das frühere Bild wiederkehrt, ist gleichfalls begreiflich, auch ohne Annahme einer „Massa informis.“

Demnach kann ich in diesen Angaben Kupffer's keinen stricten anatomischen Beweis für die Annahme einer formlosen Masse, als allgemeiner Grundmasse grauer Substanz, finden.

Kupffer bringt auch noch an anderen Stellen seiner Schrift ausführlichere Mittheilungen, um die Annahme einer formlosen Substanz, als die Grundmasse grauer Substanz, im Rückenmark näher

zu begründen. Er sagt (l. c. p. 35): „Massa fundamentalis informis . . per totam medullae longitudinem substantiae cinereae pars gravissima esse cernitur, quae quidem massa natura gelatinosa praedita veluti fundamento ac stromati est, quo cellularum gangliosarum, axisque cylindrorum, nec non vasorum complexus sustentetur ac positione sua contineatur." Diese Masse soll (pag. 36) „stratum aequabile, cellulis granisque tenuibus obsitum" sein. Am besten soll man diese Masse am frischen Filum terminale erkennen, weil hier am wenigsten Fasern hinderlich sind, „ne massam aequalem esse perspicias." Ein dünnes Stückchen vom frischen Filum terminale mit einem Glasplättchen bedeckt, und leicht comprimirt, soll unter dem Mikroskop als „gelatina mollicula, maxima ex parte aequabilis, cellulis minoribus subrotundis, quae limitibus minus distinctis circumscriptae sunt, obsita, hic illic fibris solitariis penetrata" erscheinen. Von dieser Masse behauptet nun Kupffer, sie sei Bindegewebe: „telae conjunctivae naturâ instructam esse." Da Kupffer nicht angiebt, wie stark die Vergrösserung war, welcher er sich bediente, auch keine Maassangaben der Zellen und Fasern beifügt, so lässt sich vorerst gar nichts über seine Ansicht sagen, bevor seine Gründe, welche er für seine Behauptung aufstellt, gehört worden sind. Diese Gründe aber bestehen (p. 37) in Folgendem:

1) Es sei unzweifelhaft, dass Bindegewebe an der Bildung der Nervencentren Theil habe; wie wäre es möglich, dass das Bindegewebe, — das in den organischen Geweben überall vorhanden, das einzig die Verbindung der einzelnen Theile bewirkt, und die Elemente wie die vollkommenen Organe einhüllt und verbindet, — in solchen Theilen fehlen sollte, in welchen unzählige Elemente, unter sich getrennt, dennoch in ein sehr complicirtes System zusammengedrängt seien?

2) Niemand würde zweifeln, dass die Masse, welche die breiten Fasern der weissen Substanz mit einander verbindet, und welche („telâ laxâ pellucidâque") in Fäden ausgezogen werden könne, aus Zellgewebe bestehe.

3) Der Hauptgrund sei aber die Verbindung dieses Gewebes mit einem unzweifelhaft zellgewebeartigen Gebilde, indem es nämlich mit der Pia mater zusammenhänge (p. 37). Letztere sende bekanntlich einen Fortsatz in den Sulcus longitudinalis anterior, welcher sich in viele feinste Fasern spalte, die in die Hörner der grauen Substanz eindringen („in multas diffinditur fibras tenuissimas, in substantiae cinererae cruribus diffusas"). Diese Fasern sollen hier — nach Arnold — mit denen sich vermischen und vereinigen („confundi atque confluere"), welche von der ganzen Peripherie des Rückenmarks, oder der inneren Fläche der Pia mater, herkommen und in die graue Substanz eindringen. Was Arnold bei höheren Wirbelthieren fand, habe Kupffer an Fröschen vollkommen bestätigt, wo „lamellis (der Pia mater) a diversis locis intrantibus, quae striis minus confertis minusque distinctis insignitae sint, quam processus in sulco anteriore, directum intimumque membranae externae solidioris cum stromate interiore connexum quam maxime coargui." Diese Lamellen sollen grossentheils als Hüllen von Axencylindern der weissen Substanz, oder von Gefässen, die weisse Substanz durchsetzen, und mit der Massa informis verschmelzen („cum massa informi quasi confluunt"). Man sehe nämlich auf einem Querabschnitt stets helle Streifen durch die dunkle peripherische Masse (weisse Substanz auf dem Querabschnitt) hindurchgehen, wobei man, obwohl selten, die äussere Lamelle der Pia mater mit jenen feinen Fortsätzen (in der grauen Substanz) in unmittelbarer Verbindung sehe („conjuncta appareat"); da wo die Pia mater vom Rückenmark abgerissen sei, sehe man gezahnte Partikelchen aus der Peripherie des Rückenmarks hervorragen, als Beweis der gewaltsamen Trennung. In gleicher Weise wie die Pia mater ihre Fortsätze von aussen nach innen sende, setze sich die „Massa fundamentalis centralis" unmittelbar in das interstitielle Zellgewebe der weissen Substanz fort („in substantiae albidae telam conjunctivam interstitialem continuatim transit"); daher man an allen Stellen, wo die breiten Nervenfasern weniger gedrängt liegen, wie gegen den Fundus der vorderen Längsspalte hin, oder wo jene Fasern bei'm Anfertigen des Abschnitts zum Theil auseinander- oder hervorgezogen

seien („protracti"), — ein deutliches continuirliches Netzwerk in engster Verbindung mit der „Massa fundamentalis" der grauen Substanz erblicke.

Prüfen wir diese Gründe, so findet sich darin nicht ein einziger histologischer Anhaltspunkt, welcher die Ansicht Kupffer's irgendwie zu stützen geeignet wäre. Denn wenn wir auch

ad 1) gerne zugeben, dass Bindegewebe in grosser Menge, wie in andern Organen, so auch im Rückenmark enthalten sei, so folgt daraus noch nicht, dass die graue Substanz hauptsächlich aus Bindegewebe bestehe.

ad 2) Wenn man bei schwachen Vergrösserungen sehen kann, dass die Längsfasern der weissen Substanz durch eine in Faden ausziehbare Bindesubstanz mit einander verbunden sind („paululum inter se conjunctas esse"), so schwindet — bei 700- bis 900-facher Vergrösserung — jeder Zweifel über diese Substanz, auf Quer- wie auf Längsabschnitten. Man sieht nämlich, dass die Verbindung der einzelnen Längsfasern untereinander durch den Uebergang von feinen Elementarröhrchen der einen Nervenprimitivfaser zu der Hülle oder dem Innern einer anderen benachbarten Nervenprimitivfaser bewirkt wird, dass die Nervenprimitivfasern durch die ihnen eigenthümlichen faserigen Elemente mit einander zusammenhängen, communiciren, nicht aber durch ein besonderes intermediäres Gewebe.

Aus dem Gesagten ist es mir höchst wahrscheinlich, dass Kupffer seine Ansicht durch Anschauung der grauen und weissen Substanz bei schwachen Vergrösserungen (unter dem Dissections-Mikroskop) zuerst gewonnen, und hiernach sich eine Ueberzeugung gebildet habe. Hiermit stimmt auch die ganze Beschreibung überein, welche er vom leicht gequetschten Filum terminale unter dem Mikroskop entwirft. Auch diese Anschauung kann nur bei schwacher, 100- bis 200-facher, Vergrösserung erhalten werden. Denn gebraucht man starke Vergrösserungen (400 bis 900), so ist ein leicht comprimirtes Stückchen des Filum terminale gar nicht passend, theils zu undurchsichtig, theils so überfüllt mit durcheinandergequetschten Elementen für das relativ kleine Sehfeld, dass man einzelne Elemente darin deutlich zu erkennen ausser Stande ist.

ad 3) Die Verbindung seiner „Massa informis" mit der Pia mater behauptet Kupffer wiederum ohne Beweis. Da alle Nervenelemente in ihr eingelagert sind, so sind diese also auch mit jener Masse unzweifelhaft verbunden. Man könnte also — wollte man mit Kupffer schliessen — hierin einen Grund für die ächt nervöse Natur der angeblichen „Massa informis" finden.

Wenn aber Kupffer von seiner oben gegebenen Darstellung des Verhaltens der Pia-mater-Fortsätze sagt: „hanc rationem fere in quovis segmento transverso animadvertendi occassio non deest", p. 38, so ist zu bemerken, dass weder eine Verbindung der Pia-mater-Fortsätze, welche vom Fundus sulci longit. anter. aus sich verbreiten, mit andern Fortsäzen der Pia mater, die von andern Stellen der Peripherie nach innen laufen, zu sehen ist, noch viel weniger aber eine Verschmelzung dieser Theile mit der „Massa informis" sicher nachgewiesen werden kann. Dass eine grosse Menge von Fasern der Pia mater, von der Peripherie des Rückenmarks her, in die weisse Substanz und durch diese hindurch in die graue Substanz eindringt, und sich auf das Feinste in Fasern verzweigt — darüber kann kein Zweifel herrschen. Auch nicht darüber, dass, vom Fundus der vorderen wie der hinteren Längsspalte aus, der betreffende Fortsatz der Pia mater durch die Commissuren hindurch tritt, vielfach sich kreuzend, und in die graue Substanz verläuft. Dieses aber ist das Einzige, was sich bis jetzt mit genügender Sicherheit anatomisch nachweisen lässt. Was Kupffer von der unmittelbaren Fortsetzung der „Massa informis" in das interstitielle Zellgewebe der weissen Substanz sagt, beruht offenbar auf einer Verwechselung mit den Querfasern, welche aus der grauen Substanz in die weissen Stränge eintreten, um hier in die Längsrichtung umzubeugen oder umgekehrt. Bei schwachen Vergrösserungen bekommt man das von Kupffer beschriebene Bild. Bei den starken erkennt man unzweifelhaft an diesen Stellen die ächten Nervenfasern. Durch diese Täuschung ist daher auch Kupffer dahin gebracht worden, von der Commissura anterior als von einer „falsa ista atque inanis opinio de anteriore commissura alba"

(pag. 38) der Autoren zu reden, und hier gleichfalls die breiten Nervenfasern zu läugnen. Wie die Fortsätze der Pia mater im Innern des Rückenmarks endigen, nachdem sie sich auf das Feinste zertheilt haben — ist bis jetzt noch nicht ausgemacht. Mir ist es wahrscheinlich, dass die feinsten Ausbreitungen, als einzelne Elementarröhrchen, in die Nervenfasern eintreten, Theile ihrer Hülle oder ihres Innern bilden, also mit den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern communiciren. Doch kann ich diesen Satz noch nicht als einen bewiesenen annehmen.

Ich finde also Kupffer's Ansicht bis jetzt ohne alle histologische Stütze. Hätte Kupffer nachgewiesen:

1) dass die von ihm im Filum terminale gesehenen Fasern in Bau, Durchmesser, Verlauf und Verbindungen sich anders verhalten, als Nervenfasern feinerer und feinster Gattung;

2) dass die von ihm gesehenen Zellen in Form, Grösse, Verbindungen, u. s. w. von kleinen Nervenzellen total verschieden seien;

3) hätte Kupffer ferner durch Vergleichung der Bindegewebe-Elemente andrer Organe mit den problematischen Elementen in der grauen Substanz des Rückenmarks nachgewiesen, dass eine auffallende Uebereinstimmung beider bestehe;

4) hätte er endlich von den körnigen Massen („granis tenuibus") nachgewiesen, dass sie nicht als Fragmente oder Querdurchschnittspunkte von Fasern oder Nervenzellen-Fortsätzen u. dergl. betrachtet werden könnten, sondern überall einen charakteristischen Bestandtheil auch des Zellgewebes andrer Organe bildeten, alsdann würde man seine Ansicht für besser gestützt halten dürfen. Da dieses aber nicht geschehen ist, so wird es — bis zur Erlangung sichererer Aufschlüsse — nothwendig sein, Kupffer's Ansicht als nicht begründet zu betrachten. Was Kupffer für Zellgewebefasern hält, sind zum Theil Elemente der Nervenzellen und Nervenfasern; was er für Körner hält, sind Fragmente von Nervenfasern, Zellen oder Zellenfortsätzen, wohl auch von Gefässen; was er für blasse, nicht scharf begränzte, rundliche Zellen ansieht, sind Fragmente grösserer Nervenzellen oder kleinerer Nervenzellen. Ich habe bis jetzt, wie bereits mehrfach erwähnt ist, ohne Ausnahme gefunden, dass die multipolaren Nervenzellen im untersten Theile des Conus medullaris der höheren Wirbelthiere, oder im obersten Theile des Fil. terminale an Grösse merklich abnehmen, aber vorzugsweise an den, den grauen Vorderhörnern entsprechenden, Stellen vorkommen. Wenn also eine Dimensionsverminderung dieser Zellen Statt findet, so ist auch eine gleiche in der übrigen grauen Substanz des Filum terminale wahrscheinlich, und somit erklärt sich vielleicht einigermaassen die Angabe Kupffer's, Kölliker's und Anderer.

Wenn Kupffer sich auf andere Gewährs-Männer beruft, welche ebenfalls das Bindegewebe gesehen, obwohl nicht so genau wie er erkannt haben sollen, so ist gegen jene ein Gleiches einzuwenden. So gegen Blattmann (l. c. p. 28), welcher eine structurlose Masse, die dunkel und körnig sei, als Grundlage der grauen Substanz betrachtet; so in Bezug auf Kölliker (l. c. p. 423), welcher das Filum terminale als graue, weiche Masse, aus kernhaltigen blassen Zellen, wie Nervenzellen, von 0,005—0,006''' Durchmesser, bestehend, ferner aus blassen, feinen Fasern (ausser den dunkelrandigen), deren Bedeutung ihm nicht klar geworden, zusammengesetzt fand. Kölliker's Beschreibung kann — wie man sieht — schwerlich zu Gunsten Kupffer's gedeutet werden. Denn Kölliker fand ächte Nervenröhren in dem Filum terminale (siehe auch unten). Kupffer meint ferner, dass Henle's fein granulirte Substanz in der Rindenschicht des Gehirns [8]) auch nur seine „Massa fundamentalis" sei. Henle sage ausserdem, dass (p. 678) zwischen den gelatinösen Fasern im Filum terminale eine grosse Masse von Bindegewebefasern eingelagert seien. Blattmann (p. 28) wolle auch Bindegewebe gefunden haben, ausser seiner „Massa subtiliter granulata"; Owsjannikow habe um den Canalis spinalis herum

[8]) Henle, Allgem. Anatomie, l. c. pag. 674.

eine dem Zellgewebe ganz ähnliche Masse gefunden. Ich habe an mehreren Orten bereits (s. oben, über Owsjannikow, pag. 885, ff.) mich über diese Ansichten ausgesprochen, und glaube hier mich weiterer Widerlegungen enthalten zu müssen.

Wenn also endlich Kupffer, p. 39, den Schluss zieht, dass aus der unmittelbaren Verbindung der beiden Gewebe, der Pia mater und der grauen Substanz, ihre histologische oder morphologische und chemische Verwandtschaft bewiesen werde, und beide Gewebe nur zwei verschiedene Entwickelungsformen eines und desselben Gewebes darstellten („pars interna, substantia cinerea, parsque externa, pia mater, tamquam duae evolutionis formae unum eundemque typum servantes inter se distant"), wie das bei gewissen, dem Bindegewebe eigenthümlichen, Bildungen bekannt sei, an denen alle die nach und nach darin entstehenden Veränderungen oder Verschiedenheiten, als durch die Entwickelung dieses Gewebes allein bedingt, klar nachgewiesen seien — so ist hiergegen zu erinnern, dass die Gründe zu solchem Schlusse vorerst in der von Kupffer angenommenen Weise nicht als genügend anzuerkennen sind. Der Nachweis der continuirlichen Verbindung der Pia mater mit der grauen Substanz kann nicht als entscheidender Grund betrachtet werden. Die Blutgefässe stehen auch mit der grauen Substanz in innigster Verbindung; dennoch hält man letztere nicht für Blutgefässe. Demnach finden sich in den von Kupffer gegebenen Erörterungen keine entscheidenden Gründe für die Annahme einer formlosen Substanz, welche das Grundgewebe der Substantia cinerea des Frosch-Rückenmarks (eben so wenig als desjenigen anderer Wirbelthiere) bildet. Vielmehr muss auch im Rückenmark der Frösche angenommen werden, was ich oben (p. 875, 879 und p. 885) von der grauen Substanz im Rückenmark des Menschen, der Säugethiere, Vögel und Fische nachgewiesen zu haben glaube, dass diejenige Masse, welche man bisher als „formlos" bezeichnete, nichts Anderes ist, als der Complex von feinsten, unter einander auf's Innigste verfilzten, Fragmenten der verschiedensten genuin nervösen und accessorischen nicht nervösen Elemente (Nervenprimitivfasern, Nervenzellen, Pia mater, Blutgefässe), welche die graue Substanz zusammensetzen, und welche in der verstümmelten Form, in welcher sie in feinsten Abschnitten unter dem Mikroskop erscheinen, nicht mehr mit Sicherheit als die Fragmente derjenigen Bestandtheile oder Elemente, denen sie ursprünglich angehörten, und von denen sie nur abgetrennt im Abschnitt enthalten sind, erkannt werden können.

Wie leicht die falsche Deutung von einzelnen Fragmenten im Rückenmark möglich ist, giebt selbst Kupffer zu, indem er behauptet, dass selbst leere Blutgefässe im Rückenmark des Frosches mit Axencylindern oder Nervenzellen-Fortsätzen verwechselt werden können (l. c. pag. 27), und zwar nicht ganz mit Unrecht. Indessen kann eine solche Verwechselung wohl nur einem in diesen Untersuchungen noch ganz Ungeübten begegnen. Starke Vergrösserungen und feine Abschnitte, insbesondere aus mit Carmin imbibirten Chromsäurepräparaten, schützen gegen solche Täuschungen.

Als Elemente der grauen Substanz beschreibt Kupffer auch noch elastische Fasern oder Kernfasern. Dieselben sollen (l. c. p. 42, 43) nicht blos im Filum terminale des Frosches, sondern in der ganzen grauen Substanz des Rückenmarks selbst vorkommen, und ein vielfach unter einander verflochtenes Netzwerk bilden. Er beschreibt sie als: „Fibrae .. lineis extremis satis distinctis circumscriptae in substantia fundamentali homogenea conspiciuntur, quarum in medio nodulus latior, aut ovatus aut fusiformis, inclusus est, quaeque ad partem utramque versus in filum tenuissimum in longius extractum exeunt... Hujusmodi fibras per totius medullae spinalis decursum exstare .. simulque magnam linearum retiumque tenuium .. multitudinem .. evidentissime apparuit."

Nach meinen Erfahrungen kann ich nicht anders, als behaupten, dass Kupffer sich hier getäuscht habe, indem er dünne Nervenzellen-Fortsätze für Kernfasern gehalten hat. Er beobachtete diese Fasern nämlich (p. 43) an zerzupften Präparaten („in lacuna post lamellam substantiae cinereae discissam exorta"; oder: „si .. e lamellae disjunctae margine fibrae elasticae finis prominebat, hunc a

vicinis massae informis discerptae denticulis laciniisque ex lineis rectis distinctissime eum limitantibus facile internoscere, formâque lineae simplicis praeditum in ipsam massam persequi licuit." Hier konnte Kupffer sowohl einzelne Elementarröhrchen von Nervenfaser-Hüllen, von Axencylinder-Fortsätzen, wie auch von Pia-mater-Fortsätzen gesehen und mit Kernfasern verwechselt haben. Was Kupffer als elastische Fasern in seiner Fig. 3, d, d, abbildet, sind feine Nervenzellen-Fortsätze oder Elementar-Röhrchen einzelner Primitivnervenfasern.

Als Elemente der grauen Substanz im Frosch-Rückenmark fand auch Kölliker[9]) „eine so grosse Anzahl dunkelcontourirter Nervenprimitivfasern, dass dieselben fast die ganze Hälfte der grauen Substanz ausmachen." Kölliker fand dies Ergebniss sowohl an frischen, wie an in Chromsäure gehärteten Rückenmarken. Diese Fasern bilden sowohl die Commissuren, als auch andere, transversal und schief in verschiedenen Richtungen verlaufende Fasern, welche „ein zierliches Gitterwerk" in der grauen Substanz bilden, „oder ohne Regel kreuz und quer verlaufen."

Diese neuesten Angaben eines Forschers, welchem Vertrautsein mit allen den Schwierigkeiten bei Untersuchungen dieser Art gewiss in hohem Grade zuzusprechen ist, müssen ein bedeutendes Gewicht zu Gunsten derjenigen Ansicht — dass die faserigen Elemente der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks genuine Nervenprimitivfasern seien, und nicht Bindegewebe — in die Waagschale legen. Dass meine Ansichten mit denen Kölliker's übereinstimmen, geht aus meinen vorausgeschickten Erörterungen hervor.

Die Durchmesser der Nervenprimitivfasern des Frosch-Rückenmarks in der grauen Substanz fand Kölliker[10]) verschieden von 0,002''' bis 0,0005'''; den mittleren Durchmesser 0,0008''' bis 0,0015'''. In Bezug hierauf weichen meine Messungen (siehe oben p. 846) von denen Kölliker's ab. Nerven-Primitivfasern von $^1/_{1200}$''' bis $^1/_{2000}$''' sind, meines Erachtens, nicht bestimmt als solche unter dem Mikroskop zu diagnosticiren. Die von $^1/_{500}$''' (= 0,002''') sind mit Leichtigkeit als solche nachzuweisen. Gegen die von Kölliker bezeichneten Nervenprimitivfasern feinster Gattung liesse sich also wohl einwenden, dass solche sowohl feinste Nervenzellen-Fortsätze, wie feinste Pia-mater-Fortsätze sein könnten.

Als Elemente der grauen Substanz im Frosch-Rückenmark fand Kölliker[11]) ausser den Nervenprimitivfasern auch grosse Nervenzellen, die bekannten multipolaren. Ferner: kleine Zellen, „bipolare und multipolare, welche in ihren Formen täuschend an Ganglienzellen erinnern, und auch in ihrer Grösse, welche gewöhnlich zwischen 0,005''' bis 0,01''' schwankt, nicht immer weit von denselben abstehen." — Diese von Kupffer für Bindegewebskörper gehaltenen Zellen, erklärt Kölliker für Nervenzellen, „mit denen sie — die Grösse abgesehen — in allem sehr übereinstimmen."

Auch mit diesen Darlegungen Kölliker's stimmen meine Erfahrungen im Ganzen überein. Die Dimensionen der kleinen Nervenzellen fand ich (s. oben p. 848) oft genug grösser als Kölliker angiebt. —

Als anderweite Elemente der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks, ausser dunkelrandigen Nervenprimitivfasern, grossen und kleinen Nervenzellen, nimmt Kölliker[12]) „bläschenförmige Kerne von 0,004''' bis 0,006''', selbst 0,008''' mit 1 oder 2, bald grösseren, bald kleineren Nucleolis" an, die er in frischem Rückenmarke entschieden gesehen zu haben angiebt. — Ausserdem statuirt Kölliker „eine weiche, körnige Substanz, welche ganz an diejenige der grauen Substanz der Hirnhemisphären und der grossen Nervenzellen sich anschliesst. Nur selten umgiebt die granulirte Masse einzelne Kerne so, dass zellenartige Gebilde mit einem oder mehreren Fortsätzen erscheinen.

[9]) Kölliker, in: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. IX 1857. p. 2.
[10]) Kölliker, in: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. IX. 1857. p. 2.
[11]) Kölliker, in: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. IX. 1857. p. 5.
[12]) Kölliker, in: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. IX. 1857. p. 5.

Schon häufiger ist dies der Fall, wenn man, statt Wasser, Chromsäure oder dünne Salzlösungen wählt, und an wirklichen Chromsäurepräparaten erscheinen, statt der zwei getrennten Bestandtheile, nichts als bi- und multipolare kleine Zellen, welche in ihren Formen oft täuschend an Ganglienzellen erinnern, und auch in ihrer Grösse, welche gewöhnlich zwischen 0,005‴ und 0,01‴ schwankt, nicht immer weit von denselben abstehen."

Mit diesen Angaben Kölliker's kann ich aber nicht ganz einstimmen. Die Kerne mit Nucleolis scheinen mir nichts anderes zu sein, als zu Nervenzellen gehörige Kerne, wie Kölliker solche an Chromsäurepräparaten auch fand, und welche die Bidder'sche Schule (Kupffer) für Bindegewebs-Körper erklärt.

Die weiche, körnige Substanz Kölliker's scheint mir ebenfalls nur ein künstliches Product der Untersuchung, resp. der Quetschung und Zerreissung der verschiedenen Bestandtheile zu sein. Wenn durch die Schecre ein feines Segment des Rückenmarks genommen, dann unter das Compressorium gebracht wird (Kölliker's Untersuchungsmethode), alsdann treten aus den vielen zerschnittenen Nervenprimitivfasern Theile des sogenannten Nervenmarks aus, die tausendfachen Verbindungen von Fasern und Nervenzellen werden zerrissen, und bilden unter dem Mikroskop den Anschein einer formlosen körnigen Masse, und die Zellen erscheinen häufig nur als Kerne. Meines Erachtens können frische Theile, und namentlich comprimirte, nicht zur Lösung dieser Fragen dienen.

B. *Historisches und Critisches über die Elemente der einzelnen grauen Substanzen des Rückenmarks im Besondern.*

Die wichtigeren, mehr morphologischen, hierher gehörigen Mittheilungen meiner Vorgänger sind von mir bereits oben, in den betreffenden historisch-critischen Anhängen zu den die verschiedenen grauen Substanzen des Rückenmarks behandelnden Abschnitten (siehe oben, p. 40, über die Substantia gelatinosa centralis; p. 244, über das graue Vorderhorn; p. 214, über das graue Hinterhorn; p. 190, über die Substantia gelatinosa Rolando), erörtert worden, so dass mir hier nur Weniges, mehr Histologisches, noch anzufügen übrig bleibt. Ich werde zuerst die Elemente des grauen Vorderhorns, dann die des grauen Hinterhorns, zuletzt die der gelatinösen Substanz und centralen Nervenbahnen betrachten.

1. *Die genuinen nervösen Elemente des grauen Vorderhorns betreffend.*

Ich werde in diesem Abschnitte, wie in den folgenden, zuerst diejenigen Ansichten erörtern, welche die Nervenprimitivfasern betreffen, und hiernach diejenigen, welche auf die Nervenzellen und ihre Fortsätze Bezug haben, folgen lassen.

a. Die Nervenprimitivfasern des grauen Vorderhorns betreffend.

Nur ganz wenige Mittheilungen bleiben mir hier zu berühren übrig; und zwar

Die Dimensionen der Nervenprimitivfasern des grauen Vorderhorns betreffend.

Die meisten meiner Vorgänger haben es unterlassen, die genaueren Bestimmungen der Dimensionen der Nervenprimitivfasern im grauen Vorderhorn anzugeben, indem sie stillschweigend gewissermaassen vorauszusetzen schienen, dass diese Dimensionen an genannter Stelle nicht von den Dimensionen der Nervenprimitivfasern andrer Provinzen des Rückenmarks verschieden seien.

Die Primitivfasern der vorderen Nervenwurzeln, resp. ihrer centralen Bahnen in der grauen Substanz sind, nach Clarke, „composed of fibres of more irregular size, and contain a much greater number of large tubes than those of the posterior roots.“ — Insofern die einzelnen Nervenprimitivfasern unter einander (durch die gemeinschaftlichen Elementarröhrchen ihrer Hüllen) vielfach zusammenhängen, und solche sich nicht als Cylinder so leicht und häufig wie in der weissen Substanz isoliren lassen, mag diese Bemerkung Clarke's über die Verschiedenheit oder Unregelmässigkeit des Durchmessers einer und derselben Faser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs als richtig bezeichnet werden. Eben so, dass die Anzahl der breiten Nervenprimitivfasern in den Vorderhörnern grösser sei, als in den Hinterhörnern.

Kölliker findet den Durchmesser der Nervenprimitivfasern im grauen Vorderhorn eben so gross, „wie an den breiten Fasern in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln“ (siehe oben p. 859), und zwar Nervenprimitivfasern von 0,01''' bis 0,004''', „doch kaum unter 0,0008'''.“ Was die von Kölliker bezeichneten breiteren Nervenprimitivfasern betrifft, so stimmen meine Erfahrungen mit den seinigen im Allgemeinen überein (siehe oben p. 843), doch finde ich die schmälsten Nervenprimitivfasern (siehe oben p. 843) Kölliker's[13]) nicht, wenigstens kann ich solche nicht als entschiedene Nervenprimitivfasern deuten.

b. Die Nervenzellen des grauen Vorderhorns betreffend.

Ich werde hier die verschiedenen Ansichten über die Nervenzellen in Bezug auf ihre Form, sowie ihre Dimensionen, und hiernach über die an den Nervenzellen-Fortsätzen beobachteten verschiedenen Verhältnisse erörtern.

1. Die Formen der Nervenzellen im grauen Vorderhorn betreffend.

Dass in den grauen Vorderhörnern die sogenannten multipolaren Nervenzellen sich vorfinden, — das ist die übereinstimmende Ansicht fast aller Beobachter. Ausser den bereits oben, p. 246 u. ff., mitgetheilten Angaben Schilling's, Clarke's, Wagner's, Kölliker's, Remak's, v. d. Kolk's, Bidder's, Kupffer's, Owsjannikow's, Metzler's u. A. ist auch im zunächst Vorausgehenden schon Vieles, was hierher gehört, angeführt worden. Clarke (siehe oben p. 249) beschreibt die verschiedensten, der Kugelform ähnlichen, Formen der Nervenzellen, als: „circular, oval, pyriform, or otherwise irregular in shape . . and all of them (mit Ausnahme derer der Substantia gelatinosa) have remarkably delicate processes issuing from their sides like the neck from a flask or funnel“; aber an allen statuirt er Fortsätze. Dass dieses mit meinen Annahmen ganz übereinstimmt, brauche ich kaum zu bemerken. Eben so R. Wagner (s. oben p. 252 u. p. 857). Dass die von Wagner als „Bindegewebszellen“ bezeichneten Elemente sich von den genuinen Nervenzellen in Bezug auf die Form nicht wesentlich unterscheiden lassen — ist eine von allen Beobachtern zugegebene Thatsache. Kölliker (siehe oben p. 247 und p. 864) statuirt gleichfalls die verschiedenen Formen der Nervenzellen (die als Abweichung von der Kugelform in grösserem oder geringerem Maasse anzusehen sind) als Folge ihrer Fortsätze. Auch Bidder und Kupffer (siehe oben p. 873) geben die verschiedenen Formen der Nervenzellen des grauen Vorderhorns (multipolare Nervenzellen und Bindegewebszellen) zu. Desgleichen Jacubowitsch[14]). Wie im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, so verhält sich die Form

[13]) Bratsch und Ranchner (p. 19, 20) behaupten, dass Kölliker annehme, „die blassen, zartwandigen Fortsätze“ der Nervenzellen im Rückenmarke seien „wirkliche Nervenröhren.“ Und doch ist gerade Kölliker der Hauptgegner dieser Ansicht.

[14]) Jacubowitsch, 1857, l. c. Siehe auch unten bei der Classification der Nervenzellen das Genauere.

der Nervenzellen des grauen Vorderhorns auch bei Vögeln. Metzler's Angaben (siehe oben p. 253 u. ff. und p. 876) stimmen dafür, dass multipolare Nervenzellen der verschiedenen Formen hier vorkommen; die Form der Nervenzellen im Vogel-Rückenmark fand nämlich Metzler (p. 30) bald mehr oder weniger regelmässig dreieckig, oft viereckig oder fünfeckig, zuweilen auch sechseckig. Dass die Form der von ihm als Bindegewebszellen bezeichneten Elemente nicht wesentlich von der der genuinen Nervenzellen abweicht, ist oben, p. 880, gezeigt worden. Metzler behauptet im Vogel-Rückenmarke gefunden zu haben (pag. 30), dass, je gedrängter die Zellen bei einander liegen, desto mehr ihre Form eine längliche ist; daher in der Sacral-Anschwellung die spindelförmigen Zellen vorwalten sollen. Doch sei das nicht allgemeine Regel (p. 31), da Spindelzellen auch vorkommen, wo nur wenige erscheinen. Nach meiner Erfahrung kann ich die letztere Angabe Metzler's nur billigen, die erstere aber nicht.

Auch bei den Fischen haben die Nervenzellen des grauen Vorderhorns wesentlich die nämlichen Formen, wie bei den übrigen Wirbelthierklassen. Stannius (siehe oben p. 884) nennt sie multipolare (resp. bipolare). Die bipolaren Ganglienkörper in der Medulla oblongata bei Petromyzon hält Stannius (1850, l. c.) für eine besondere Gattung; sie sind länglich, spindelförmig, nach zwei Enden sich verjüngend, mehr mit einander in der Form übereinstimmend als die multipolaren. Die Mehrzahl von gleicher Grösse, einige viel kleiner als die übrigen; haben keine Hülle, bestehen aus 1) feinkörniger elastischer Substanz, 2) nicht ganz centrischem Kern, meist fein punktirt, und 3) Kernkörperchen, das immer hell ist. Die Fortsätze dieser bipolaren Ganglienkörper bestehen aus einem Cylinder von sich gleich bleibender Breite; Theilungen desselben kamen selten vor; anfangs feinkörnig; in weiterer Entfernung glashell. Uebergänge dieser Fortsätze in Nervenfasern, wie Wagner und Leuckart sahen, bezweifelt Stannius bei Petromyzon.

Diesen Angaben von Stannius kann ich in nur wenigen Beziehungen beistimmen. Die vermeintlichen bipolaren Nervenzellen sind oft tripolar, selbst quadripolar, nach meiner Erfahrung. Dieselben besitzen eine evidente Hülle, ihr Parenchym, wie ihr Nucleus und Nucleolus, unterscheidet sich in Nichts von den entsprechenden Theilen der übrigen Nervenzellen. Auch die Fortsätze verhalten sich, wie bei den übrigen Nervenzellen; da Stannius selbst Theilung derselben zugiebt, so folgt daraus, dass sie nicht überall gleiche Dimensionen behalten. Dass sie in Nervenprimitivfasern übergehen, kann ich (siehe unten) entschieden bejahen. Eben so, wie Stannius, beschreibt die Nervenzellen Owsjannikow (siehe oben p. 252, 254, ff. und p. 886): „fusis consimiles“ oder „bipolares.“ Dass die von Owsjannikow als Bindegewebszellen bezeichneten Elemente durch ihre Form nicht wesentlich von den genuinen Nervenzellen abweichen, ist wiederholt dargethan worden. Bei Amphibien (Fröschen) herrscht die nämliche Form vor; und wenn Engel (siehe oben p. 887) solche als völlig rund bezeichnet, so beruht das auf ungenügender Untersuchung. Kupffer (siehe oben p. 255 und p. 889) beschreibt die Form der genuinen Nervenzellen als multipolarer Körper; und dass die von ihm als Bindegewebszellen angesehenen Elemente missdeutet worden sind, habe ich oben eben so dargethan, wie dass die eigentlichen Zellen, als deren Kerne Kupffer's Bindegewebszellen zu betrachten sind, wesentlich sich durch nichts in Betreff ihrer Form von den genuinen multipolaren Nervenzellen unterscheiden. Die Spindelform der grossen Nervenzellen in der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks leitet Kupffer (l. c. p. 17) daher ab, dass sie, ursprünglich dreieckig, sich gegenseitig, wegen ihrer gedrängten Lage, zusammendrückten: „Forma enim triangularis, quae cellulis singulis, separatim positis, propria est, si confertim locatae sunt, in oblongam, fusis similem, permutatur..“ Diese Erklärung ist wohl aus dem Grunde nicht haltbar, weil diese Abplattung durch gegenseitigen Druck nicht bewiesen und sogar ganz unwahrscheinlich ist; ferner aber: weil auf den feinen Querabschnitten immer nur Fragmente von Zellen, oder mutilirte Zellen zum Vorschein kommen, von welchen ein grösserer oder kleinerer Theil, nebst einem oder mehreren Fortsätzen, weggeschnitten sind, daher also die grossen

Nervenzellen auf feinsten Quer- (und Längs-) Abschnitten wohl niemals in ihrer intacten Form angetroffen werden. Die spindelförmigen Zellen mit zwei oder drei Fortsätzen müssen daher immer als verstümmelte angesehen werden, die ursprünglich mehr Fortsätze haben, als sie in dem Segmente darbieten.

Wenn daher Kupffer (l. c. p. 18) angiebt, dass an allen Stellen des Rückenmarks zwischen den Anschwellungen, wo die Zahl der Nervenkörper vermindert ist, die dreieckige Form derselben „omnibus communis" sei, indem sie sich nicht abplatten könnten „quum jam minus confertim posita sint" — so muss ich einen thatsächlichen Widerspruch einlegen, indem ich auch zwischen den Anschwellungen des Rückenmarks, im schmäleren Theile desselben, einzelne spindelförmige Zellen unter den dreieckigen finde, obwohl letztere vorherrschen.

Kölliker's neueste Untersuchungen am Frosch-Rückenmark (siehe oben p. 908) stimmen mit dessen Annahme in Betreff der Nervenzellen bei Säugethieren überein.

Demnach kann man behaupten, dass die Form der Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern des Rückenmarks aller Thierklassen im Ganzen übereinstimmend die nämliche ist, dass die Nervenzelle sich als ein sphäroidischer Körper mit mehr oder weniger Fortsätzen von grösserer und kleinerer Dimension darbietet, durch welche die verschiedensten Abweichungen von der Kugelgestalt (siehe oben p. 776) bedingt werden.

2. Die Dimensionen der Nervenzellen des grauen Vorderhorns betreffend.

Dass die Dimensionen der Nervenzellen im grauen Vorderhorn bei Menschen und Säugethieren verschieden sind — das ist die übereinstimmende Angabe aller Beobachter. Es möge genügen, die hauptsächlichsten anzuführen. R. Wagner und alle diejenigen, welche Bindegewebszellen im grauen Vorderhorn annehmen, geben schon dadurch allein zu, dass sie Zellen von verschiedener Dimension an genannten Orten statuiren, indem hauptsächlich die Kleinheit der Zellen es ist, welche letztere in den Augen der erwähnten Forscher als Bindegewebszellen charakterisirt. Kölliker[15]) (s. o. p. 865) giebt den Durchmesser der sogenannten multipolaren Nervenzellen = 0,03''' bis 0,06'''; ich fand solches im Ganzen eben so (s. oben p. 847). Die kleineren Nervenzellen messen nach Kölliker (siehe oben p. 866) = 0,004''' bis 0,03''', meist 0,01''' bis 0,02'''; ich fand die kleinsten etwas grösser (0,005''; siehe oben p. 847). Ueber diese Fragen herrscht wohl keine Differerenz unter den verschiedenen übrigen Autoren. Schilling (1852, l. c. p. 39) spricht nur von grösseren und kleineren Nervenzellen („cellulae . . modo majores, modo minores") des grauen Vorderhorns, giebt aber keine Maass-Bestimmungen an. Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 30) geben den Durchmesser der von ihnen als ächt bezeichneten Nervenzellen von 0,030''' bis 0,008''' an. Ich habe oben (siehe p. 847) mitgetheilt, dass die Dimensionen vieler Nervenzellen noch grösser sind. Die Durchmesser der von Bidder und Kupffer als Bindegewebszellen bezeichneten Zellen geben dieselben (l. c. ibid. p. 30) auf 0,003''' bis 0,004''' an (vgl. auch o. p. 895, 871). Ich habe an mehreren Stellen bereits gezeigt, dass die kleinen Nervenzellen des grauen Vorderhorns von Bidder und Kupffer theils nicht genügend erkannt worden sind, indem sie die Kerne grösserer Nervenzellen für die Zellen selbst hielten, daher also die kleinen Dimensionen der sogenannten Bindegewebszellen annehmen; ausserdem aber so kleine Zellen nur selten vorkommen, in der Regel nicht kleiner als 0,005'''.

Bei den Fischen (Petromyzon) fand Owsjannikow die Nervenzellen des grauen Vorderhorns 0,007''' breit und 0,011''' lang (l. c. p. 22). Ich habe oben (p. 847) mitgetheilt, dass diese Maasse nicht genau genug sind, und häufig genug grössere Nervenzellen hier gefunden werden.

[15]) Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 416, 417.

Dass bei den Vögeln die Nervenzellen „neque forma aliisve ullis rationibus“ von den Nervenzellen anderer Wirbelthierklassen abweichen — sagt Metzler (l. c. p. 29); er giebt aber keine Maasse an.

Bei den Fröschen fand Kupffer die Nervenzellen von 0,008‴ bis 0,01‴, selbst bis 0,02‴. Ich habe oben (siehe p. 848) mitgetheilt, dass diese Nervenzellen häufig genug die von Kupffer bezeichnete Dimension zeigen, oft aber selbst bis 0,04‴ im Durchmesser haben.

Es möge genügen, die Angaben der genannten Autoren namhaft gemacht zu haben; diejenigen mancher Anderer übergehe ich.

Die Dimension des Nucleus der Nervenzellen bei Menschen und Säugethieren wird von Kölliker (siehe oben, p. 865) von 0,005‴ bis 0,008‴ angegeben. Meine Messungen (siehe oben, p. 847) stimmen damit im Ganzen überein; doch fand ich auch grössere Nuclei bis zu 0,010‴.

Der Durchmesser des Nervenzellen-Kerns beträgt, nach Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 31), „durchschnittlich etwa 1/4 von dem Durchmesser der Zelle selbst; ist nicht selten auch geringer.“ Häufig genug kann man diese Angabe bestätigt finden. Bei den kleineren Nervenzellen findet man aber den Durchmesser des Nucleus grösser als Bidder und Kupffer angeben.

Bei den Fischen, Vögeln und Amphibien (Fröschen) verhält sich (s. oben p. 847, ff.) der Nucleus der Nervenzellen wie bei den Säugethieren. Weder Owsjannikow, noch Metzler, noch Kupffer haben die Dimensionen angegeben.

Die Dimension des Nucleolus bei Menschen und Säugethieren giebt Kölliker[16]) (siehe oben p. 865) von 0,0020‴–0,0025‴ an, nach Kölliker „grössere“ Nucleoli; diese Maasse findet man sehr oft; doch finde ich auch grössere, bis 0,003‴ (siehe oben p. 847). Die Maasse der Nucleoli in den Nervenzellen der übrigen Thierklassen sind (s. oben p. 847, ff.) im Ganzen wie bei Menschen und Säugethieren. Weder Schilling, noch Bidder, Kupffer, Owsjannikow und Metzler haben die betreffenden Dimensionen angegeben.

3. Die Anzahl der von den Nervenzellen des grauen Vorderhorns ausgehenden dicken Fortsätze betreffend.

Dass die Nervenzellen der grauen Vorderhörner zu den sogenannten multipolaren gehören, ist oben (p. 244, 245 u. a. O.), bei Erwähnung der Ansichten Hannover's, Wagner's, Clarke's, Schilling's, Remak's, Kölliker's u. A., bereits mitgetheilt worden. Ueber diese Frage herrscht wohl keine Verschiedenheit in den Ansichten der verschiedenen Autoren. Nur über die Zahl selbst, in welcher die dicken Fortsätze der einzelnen Nervenzellen auftreten, widerstreiten die Angaben der verschiedenen Forscher. Kölliker (s. oben p. 865) nimmt die Anzahl dieser dicken Fortsätze zu 2—9 und mehr an. Die Anzahl der dicken Fortsätze grosser Nervenzellen stellt Jacubowitsch (1857, l. c. p. 2) auf 1 bis 8 fest. Hiermit stimmen auch meine Erfahrungen an Menschen und Säugethieren überein (siehe oben p. 852), indem ich an einzelnen Nervenzellen, die in feinen Quer- oder Längsabschnitten enthalten waren, in wiederholten Fällen 2 und mehr bis zu 8 dicken Fortsätzen ganz unzweideutig gefunden habe. Die meisten verschiedenen Autoren, welche über diesen Punkt sich ausgesprochen haben, und (z. B. R. Wagner) dabei die Multipolarität (sit venia verbo) zugeben, drücken sich nicht bestimmt über die grösste Anzahl aus. Dagegen haben Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Arbeit die Behauptung aufgestellt, dass eine jede Nervenzelle in der Regel vier Fortsätze, niemals aber mehr als fünf dicke Fortsätze besitze.

[16]) Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 416.

Die drei- bis viereckigen Formen der Nervenzellen der grauen Vorderhörner kommen (auf Querabschnitten) nach Bidder und Kupffer (p. 55) „am häufigsten vor, fünfeckige bieten sich sehr selten dar; über letztere Zahl habe ich die Fortsätze niemals hinausgehen sehen, während bipolare Zellen nicht selten angetroffen werden, mitunter auch gar keine Fortsätze nachweisbar sind.“ Bidder und Kupffer erklären diese Verschiedenheiten (p. 56) mit Recht aus der Mutilation der Zellen durch den Schnitt, woher es auch kommt, dass in manchen Zellen kein Kern zu sehen ist, weil der Schnitt neben dem Kern her fiel.

Nach Bidder und Kupffer haben diese verschiedenen Fortsätze der Nervenzellen folgenden Lauf (p. 61, 62):

1) „Ein Fortsatz geht nach aussen, und wird zur vorderen motorischen Spinalnervenfaser.“

2) Ein zweiter geht nach innen, bildet eine Kreuzungsfaser der vorderen Commissur und tritt in eine Zelle des Vorderhorns der entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks über.

3) Ein dritter Ausläufer (p. 63) „dient zur Verbindung der zu einer und derselben Rückenmarkshälfte gehörenden Zellen.“

4) Ein vierter Fortsatz (wo wahrnehmbar) ist „immer nach hinten gerichtet (p. 64) und lässt sich mitunter tief in das Hinterhorn verfolgen, und (p. 66) geht in eine hintere Nervenwurzel über; ja bei Fischen und Amphibien . . lässt es sich leicht darthun, dass . . sogar eine und dieselbe Zelle vordere und hintere (p. 67) Wurzelfasern aussendet.“

5) Ein fünfter Fortsatz (Bidder und Kupffer nennen ihn, p. 81, den vierten) „wendet sich . . in bogenförmig nach oben gerichtetem Verlauf zu den Längsfasern der weissen Substanz, und setzt sich ununterbrochen in diese Fasern fort.“

In Bezug auf den fünften Nervenzellen-Fortsatz konnte von Bidder und Kupffer (p. 83) „beim Menschen und den höheren Wirbelthieren (auf Längsabschnitten) durchaus nichts ermittelt werden, . . da er in der grauen Substanz stets mit einem abgeschnittenen Ende aufhörte.“ Nur aus Analogie mit ihren Erfahrungen an Fischen schliessen Bidder und Kupffer, dass derselbe „zu den hinteren Wurzeln in Beziehung stehe.“ Ob diese eine „directe sei, so dass ein solcher Fortsatz die ganze graue Substanz von den Vorderhörnern bis zur Spitze der Hinterhörner und zu den hinteren Nervenwurzeln durchsetze, oder ob nicht vielleicht nur die gegen die Basis des Vorderhorns hin gelegenen Zellen für die hinteren Wurzeln bestimmt sind, aber mit den Zellen in der Spitze des Horns, die entschieden die vorderen Wurzelfäden aussenden, durch Communicationsfäden verbunden seien, das sind wir zu entscheiden nicht im Stande.“

Mit diesen Annahmen Bidder's und Kupffer's kann ich — nach den Ergebnissen meiner Erfahrungen — nicht übereinstimmen. Man sieht zwar in der Mehrzahl nur 2—3—4 Fortsätze an einer und derselben Nervenzelle, auf Längs- oder Querabschnitten. In nicht seltenen Fällen gewahrt man deren aber mehr als fünf; im Menschen- und Säugethier-Rückenmark habe ich wiederholt Nervenzellen mit acht dicken Fortsätzen gesehen (siehe oben p. 852). Nervenzellen, in einer Horizontalebene sechs Fortsätze aussendend, habe ich sogar häufig gesehen. Wenn nun von diesen Nervenzellen jede einzelne ihre Fortsätze in dieser einen Schnittebene in genannter Zahl aussendet, so ist es wahrscheinlich, dass auch in anderen Ebenen dicke Fortsätze, von je einer dieser Zellen ausgehend, enthalten sind. Denn es ist doch nicht wahrscheinlich, dass eine grosse Nervenzelle 5 bis 8 Fortsätze nur in einer einzigen Horizontalebene aussende, in allen anderen Ebenen aber keine. Denn wir finden die dicken Fortsätze der Nervenzellen in feinen Abschnitten immer, mögen die letzteren auch in den allerverschiedensten Richtungen und Ebenen aus dem Rückenmark genommen worden sein. Es ist also wahrscheinlich, dass wir in feinen Abschnitten immer nur die kleinere Anzahl der, von einer Nervenzelle ausgehenden, dicken Fortsätze zu Gesicht bekommen (diejenigen, welche zufällig parallel mit der Schnittebene verlaufen), während die übrigen durch den Schnitt in verschiedenen Winkeln von der Nervenzelle ab-

getrennt sind, und dem Beobachter gar nicht zu Gesichte kommen. Aus diesem Grunde ist es also sogar wahrscheinlich, dass Nervenzellen, welche in einer und derselben Schnittebene 6—8—10 dicke Fortsätze zeigen, wenigstens eine noch einmal so grosse Anzahl dicker Fortsätze entsenden, welche nicht zur Beobachtung kommen, weil sie durch den Schnitt von der Zelle abgetrennt sind, und diejenigen Ebenen, in welchen sie in Continuität verlaufend gesehen werden könnten, in dem Abschnitte nicht enthalten sind.

Abgesehen übrigens von allen diesen Wahrscheinlichkeitsgründen, die sich fast zur Gewissheit erheben, fällt die oben angeführte Behauptung Bidder's und Kupffer's vor der einfachen, mit evidenter Sicherheit beobachteten, Thatsache zusammen, dass Nervenzellen mit 6—8—10 dicken Fortsätzen in einer Horizontalebene beobachtet werden.

Was Bidder's und Kupffer's anderweite Angaben (über Richtung und Verlauf der dicken Nervenzellen-Fortsätze) betrifft, so werde ich alsbald näher darauf zurückkommen.

So wie bei Menschen und Säugethieren, eben so verhält es sich auch mit der Anzahl der Nervenzellen-Fortsätze bei den Vögeln (siehe oben p. 852).

Auch Metzler fand die Zahl der Nervenzellen-Fortsätze im Vogel-Rückenmark (l. c. p. 31) von 1—6, hält aber eine grössere Zahl derselben für normal, weil man in feinen Segmenten nur verstümmelte Zellen und nur einen Theil ihrer Fortsätze sehe . . „cellulae non per totam extensionem suam, neque cum omnibus, quos dimittunt, processibus contemplanti offeruntur.“ Dass ich hier mit Metzler ganz und gar übereinstimme, geht aus dem Vorhergehenden genügend hervor.

Bei den Fischen fand Owsjannikow (siehe oben p. 254) von jeder Nervenzelle (den spindelförmigen Zellen des grauen Vorderhorns) vier (resp. fünf) dicke Fortsätze ausgehend. Ich habe bereits früher (p. 254, 255) mitgetheilt, dass ich diese Angaben Owsjannikow's nicht bestätigen kann; dass ich vielmehr Thatsachen gefunden habe, welche Owsjannikow's Behauptungen schnurstraks entgegenstehen. Ich fand im Rückenmark der Fische, z. B. bei Petromyzon (siehe oben p. 852), Nervenzellen mit 9—10 dicken Fortsätzen in einer einzigen Horizontalebene [17]).

Vor dieser, mit einer genügenden Sicherheit beobachteten, Thatsache muss Owsjannikow's Behauptung (eben so wie die oben angeführte Bidder's Kupffer's) fallen. Zur Erklärung so auffallend widersprechender Befunde verschiedener Untersuchungen kann ich nur sagen, dass sehr häufig Nervenzellen mit 3 bis 4 Fortsätzen im Rückenmark der Fische gefunden werden, und dass das Vorkommen von einer grösseren Anzahl der dicken Fortsätze allerdings ein selteneres ist. Aber es ist. Owsjannikow (wie Bidder und Kupffer) zogen daher aus einer ungenügenden Zahl von Beobachtungen einen allgemeinen Schluss, oder ihre Untersuchungen waren nicht vollständig genug, indem die von ihnen geläugnete Mehrzahl der betreffenden Fortsätze ihrer Beobachtung entgangen war [18]).

Auch bei den Amphibien verhält es sich im Ganzen wie bei den übrigen Wirbelthierklassen. Die Ansicht Kupffer's habe ich oben (p. 255) bereits mitgetheilt, und werde bald noch einmal darauf zurückkommen. Die frühere Annahme desselben (1854), dass jede Nervenzelle 3 bis 4 dicke Fortsätze

[17]) Owsjannikow sagt: „Num autem cellulae amplius quam quatuor ramos dimittant, praesertim num etiam in utroque medullae spinalis dimidio cellulae inter se, fibris conjungentibus, cohaereant, id quod non solum perquam verosimile, verum etiam ratione physiologica omnino necessarium videtur, ad hanc quaestionem nihil certum est, quod respondeamus“, l. c. p. 31. Bei Säugern ist diese Verbindung erwiesen. Bei Petromyzon fand sie, obwohl nicht sicher, Owsjannikow auch; nicht minder fand er oft Zellen mit mehr als vier Fortsätzen, aber nicht mit absoluter Sicherheit ihre Verbindung.

[18]) Nicht blos im Rückenmark der Fische fand ich Nervenzellen mit mehr als fünf Fortsätzen. Auch in anderen Theilen des Centralnervensystems der Fische, z. B. in Abschnitten vom lob. electr. cerebr. Torped. sah ich wiederholt Nervenzellen mit sechs grossen Fortsätzen; also sechs Fortsätze in einer einzigen Ebene; folglich lässt sich auch hier annehmen, dass die betreffenden Zellen noch zwei bis drei Mal so viel Fortsätze haben, als die in der einen Schnittebene erscheinenden.

aussende, ist übrigens durch die neuere [19]) in so weit modificirt, als Kupffer fünf Fortsätze von einer Nervenzelle ausgehend zugiebt.

4. Die Richtung und den Verlauf der dicken Nervenzellen-Fortsätze innerhalb des grauen Vorderhorns betreffend.

Während bisher fast alle Beobachter annahmen, dass die Fortsätze der Nervenzellen des grauen Vorderhorns nach den verschiedensten Richtungen hin laufen, in welchen es nicht möglich ist, ein bestimmtes Gesetz oder eine bestimmte Ordnung zu erkennen, haben Bidder und seine Schüler (Owsjannikow, Kupffer, Metzler) seit 1854 den Satz aufgestellt, dass die Nervenzellen-Fortsätze alle eine bestimmte Richtung haben. Die neuesten Angaben Bidder's und Kupffer's (1857, l. c.) habe ich oben (p. 914) mitgetheilt. Dieselben beziehen sich, wie auf das Rückenmark aller Thierklassen, natürlicher Weise auch auf das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. — Da aus den im Vorhergehenden bezeichneten Thatsachen erwiesen ist, dass es Nervenzellen mit mehr als fünf dicken Fortsätzen giebt, so geht hieraus allein schon hervor, dass Bidder's (Kupffer's u. A.) genannte Angaben nicht auf eine allgemeine Geltung Anspruch machen können, dass also das, von jenen Forschern angeblich gefundene, Naturgesetz in der bezeichneten Weise nicht existirt. Es sind aber anderweite Thatsachen vorhanden, welche mit jenen Angaben Bidder's und Kupffer's contrastiren. Und das sind die folgenden:

1) Bidder und Kupffer sagen, dass ein Fortsatz nach aussen (d. h. nach vorn) gehe, und zur vorderen motorischen Spinalnervenfaser werde (l. c. p. 61, 62, 81). Diese Thatsache kann ich für viele Fälle bestätigen. Dieselbe ist aber nicht absolut für die Mehrzahl oder für alle Nervenzellen gültig. Denn ich habe im menschlichen Rückenmark (wie in dem der Säugethiere) Nervenzellen gefunden (z. B. im obersten Theile des 3. Lumbalnervengebiets des Rückenmarks), an denen ich mehr als einen Fortsatz, selbst drei dicke und lange Fortsätze nach vorn, gegen die vorderen Nervenwurzeln hin, gerichtet sah.

2) Ein zweiter Fortsatz soll nach innen gehen und eine Kreuzungsfaser der vorderen Commissur bilden, aus dieser aber in eine Nervenzelle des Vorderhorns der entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks übergehen (p. 62). Bidder und Kupffer bemerken hierzu ausdrücklich, dass sie den Zusammenhang der Fasern der Commissura anterior mit Nervenzellen (p. 90) „einige Male mit aller Sicherheit fanden“, jedoch (p. 91) „bei höher stehenden Thieren nie direct.“ Bidder und Kupffer sagen aber, dass „dies doch so seltene Fälle sind“, dass sie „es wohl begreiflich finden,“ wenn man . . „an solchem Zusammenhang zweifelt“, falls die Zahl der untersuchten „Präparate nicht ausserordentlich gehäuft wird“, obgleich sie gleich nachher fortfahren, dass jene Verbindung „bei niederen Wirbelthieren wenigstens auf dem Querschnitt sich oft und mit aller Deutlichkeit dargeboten hat“ (p. 91). Abgesehen von dem hier offenbaren Widerspruch zwischen der selten und oft gesehenen Verbindung zwischen Nervenzellen und Nervenprimitivfasern, bemerke ich, dass bis jetzt mir solches zu sehen nie gelungen ist, obgleich ich das Verhältniss für annehmbar halte (s. oben p. 103). Der Hauptgrund gegen die hier zu besprechende Annahme Bidder's und Kupffer's liegt aber in der häufig zu beobachtenden Thatsache, dass man Nervenzellen des grauen Vorderhorns findet, welche mehr als einen, selbst zwei und drei Fortsätze nach innen, gegen die Commissura anterior hin, senden (abgesehen von vielen Nervenzellen, die keinen Fortsatz nach innen senden; von diesen Nervenzellen könnte Bidder und Kupffer mit Recht sagen, dass es mutilirte Nervenzellen seien, deren betreffender Fortsatz im Abschnitte nicht erscheint, dessen Nichtvorhandensein also nichts gegen ihre Ansicht beweisen kann).

[19]) Bidder und Kupffer, 1857, l. c., s. oben.

3) Ein dritter Fortsatz soll, nach Bidder und Kupffer, zur Verbindung von Nervenzellen einer und derselben Seitenhälfte dienen (p. 63), kann also eine beliebige Richtung haben. Diese Angabe beruht auf der unzweifelhaften Thatsache, dass in manchen Fällen solche Verbindungen beobachtet werden (s. unten). Es fragt sich aber, ob eine jede Nervenzelle einen Fortsatz zu solcher Verbindung aussendet. Diese Frage zu entscheiden, gestatten uns die bisherigen Thatsachen noch nicht. Wir könnten einer Seits mit einigem Rechte ein solches Gesetz vermuthen, weil wir solche Verbindungen sehen; andrer Seits ist aber nicht zu vergessen, dass wir — im Ganzen genommen — doch viel zu selten solche evidente Verbindungen von Nervenzellen gewahren, als dass es jetzt schon gestattet sein dürfte, dieses von einer jeden Nervenzelle ohne Ausnahme — als ein constantes Naturgesetz — vorauszusetzen. Es giebt auch Thatsachen, welche gegen ein solches angebliches Gesetz sprechen, oder doch zu sprechen scheinen. Diese finden sich in dem unzweifelhaften Auftreten multipolarer Nervenzellen grosser Gattung in den verschiedenen weissen Strängen, von denen Fasern nach oben, unten u. s. w. ausgehen; diese Nervenzellen sind aber so isolirt, von anderen Nervenzellen so entfernt, dass man von ihnen nicht annehmen kann, sie sendeten Fortsätze zur Verbindung mit benachbarten Nervenzellen derselben Seitenhälfte aus.

Hieraus, und aus dem Umstande, dass jene Verbindungen im Ganzen selten beobachtet werden, lässt sich schliessen, dass es auch Nervenzellen giebt, die keinen dicken Fortsatz zur Verbindung mit den benachbarten Nervenzellen aussenden. Jedenfalls aber ist dieses, von Bidder und Kupffer als ein Naturgesetz bezeichnete, Verhalten bis jetzt noch nicht genügend begründet, um so anerkannt zu werden, wie Bidder und Kupffer das in Anspruch nehmen.

4) Ein vierter Fortsatz soll nach hinten gerichtet sein und in eine hintere Nervenwurzel übergehen [20]). Gegen diese Annahme spricht die von mir wiederholt beobachtete und leicht zu constatirende Thatsache, dass von einer Nervenzelle mehr als ein Fortsatz gerade nach hinten gerichtet ausgeht. Ich habe im Menschen-Rückenmark Nervenzellen gefunden, von denen drei gerade nach hinten gerichtete dicke Fortsätze ausgiengen, und mindestens in einer Länge, die derjenigen der betreffenden Nervenzelle gleich kam, in genannter Richtung verfolgt werden konnten.

5) Ein fünfter Fortsatz [21]) soll sich bogenförmig nach oben wenden, und eine Längsfaser der weissen Substanz bilden. Die Richtung dieses Fortsatzes kann also eine verschiedene sein, er kann sich von hinten und rechts nach vorn und links, oder umgekehrt, umbeugen, bevor er gerade nach oben geht.

Die Existenz solcher Fortsätze ist auch mir nicht blos wahrscheinlich, wie Bidder und Kupffer (s. o. p. 686, 852), sondern ich halte sie für sicher. Es fragt sich aber, ob eine jede Nervenzelle nothwendig einen solchen Fortsatz aussendet. Zu solcher Behauptung liegen aber keine genügenden Gründe vor. Bidder und Kupffer machten sogar nie eine directe Beobachtung der Art (siehe oben p. 914). Es lässt sich auch mit eben so guten Gründen annehmen, dass es Nervenzellen giebt, welche keine Faser zum Gehirn senden (nur mittelbar durch intermediäre Fasern und andere Nervenzellen mit diesem verbunden sind).

Nach allem Vorausgegangenen muss ich daher die Behauptungen Bidder's und Kupffer's, über die Richtung der Nervenzellen-Fortsätze im grauen Vorderhorn des Menschen und der Säugethiere, für nicht begründet und als den Thatsachen widersprechend erklären.

Auch im Rückenmark der übrigen Wirbelthiere findet sich ein gleiches Verhalten wie in dem des Menschen und der Säugethiere. Bei Vögeln fand Metzler die Richtung der Nervenzellen-Fortsätze so, wie ich oben, p. 254, mitgetheilt. Ich habe ebendaselbst schon gesagt, dass ich damit nicht einstimmen kann, weil ich Thatsachen gefunden habe, welche den von Metzler aufgestellten Sätzen

20) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 64, 66. 21) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 81.

direct widersprechen. So habe ich im Vogel-Rückenmark (z. B. in der oberen Hälfte der Sacral-Anschwellung des Puters) Nervenzellen an der vorderen Gränze der grauen Vorderhörner gefunden, von denen je zwei dicke Fortsätze in die weissen Vorderstränge (gegen die vorderen Nervenwurzeln hin) eintraten, und in ziemlich langer Strecke in die weissen Vorderstränge hinein (mindestens so lang als der Durchmesser der grossen Nervenzellen selbst war) verfolgt werden konnten. In andern Fällen habe ich selbst grosse multipolare Nervenzellen gefunden, die ausserhalb des grauen Vorderhorns lagen und ganz in die weissen Vorderstränge (nahe der vorderen Gränze des grauen Vorderhorns) eingebettet waren, Nervenzellen, von denen (von je einer Nervenzelle) zwei dicke Fortsätze in evidente vordere centrale Bahnen der Nervenwurzeln, d. h. in die vorderen Nervenwurzeln selbst übergiengen, während ein dicker Fortsatz nach hinten lief und in das graue Vorderhorn eintrat.

Eben so, wie ich den Sachverhalt in Bezug auf die nach vorn gerichteten Nervenzellen-Fortsätze anders fand, als Metzler behauptet, eben so fand ich es auch in Betreff der Richtung der übrigen beiden von Metzler bezeichneten Fortsätze (vergl. oben p. 254); es scheint mir überflüssig, die speciellen Thatsachen hier ausführlich aufzählen zu wollen.

Die Richtung der Nervenzellen-Fortsätze bei den Fischen hat Owsjannikow (l. c. p. 20, 30, 31; siehe oben p. 254, 255) als eine ganz bestimmte bezeichnet, eben so wie Bidder, Kupffer und Metzler.

1) Ein Fortsatz gehe nach vorn „ad partem anteriorem.“ Diese Behauptung stimmt mit den Thatsachen nicht überein. Denn ich habe im grauen Vorderhorn der Fische Nervenzellen gefunden, an denen mehr als ein Fortsatz nach vorn gerichtet ist. Bei Petromyzon z. B. fand ich grosse Nervenzellen mit 8 bis 10 dicken Fortsätzen in einer einzigen Horizontalebene (in einem Querabschnitte enthalten); von diesen Fortsätzen waren vier nach vorn gerichtet.

2) Ein zweiter Fortsatz soll nach hinten gerichtet sein („altera ad posticam porrigitur“). Auch diese Behauptung stimmt mit den Ergebnissen meiner Erfahrungen nicht überein. Ich fand im grauen Vorderhorn der Fische Nervenzellen, von denen mehr als ein Fortsatz nach hinten gerichtet war; so z. B. sah ich bei Petromyzon Nervenzellen mit 8 bis 10 dicken Fortsätzen, von denen drei gerade nach hinten verliefen (über die Verbindung der von Owsjannikow bezeichneten beiden Nerven-Zellenfortsätze mit vorderen und hinteren Nervenwurzeln werde ich im folgenden Abschnitt — siehe unten — reden).

3) Ein dritter Fortsatz soll nach innen laufen, und durch die vordere Commissur hindurch in eine Nervenzelle der entgegengesetzten Seitenhälfte übergehen. Ich habe bereits oben (pag. 91, 92, 95, 103) mich über diese betreffenden Angaben Owsjannikow's ausgesprochen, und kann nur wiederholen, dass ich bei zahlreichen Untersuchungen, die ich selbst speciell zu dem Behufe vornahm, um eine Uebereinstimmung mit Owsjannikow erzielen zu können, keine Thatsache gefunden habe, die zu Gunsten der Owsjannikow'schen Behauptung spricht. Ich fand oft genug an Nervenzellen einen gegen die Commissura anterior hin gerichteten Fortsatz; nie aber konnte ich letzteren in evidenter Continuität durch letztere hindurch bis in eine Nervenzelle der anderen Seitenhälfte verfolgen.

4) Ein vierter Ausläufer soll nach oben zum Gehirn laufen, „sursum ad cerebrum tendit.“ Zugegeben, dass einzelne Fortsätze vieler Nervenzellen die von Owsjannikow angedeutete Richtung haben, und Längsfasern der weissen Substanz des Rückenmarks bilden (siehe auch oben, p. 653), so widersprechen aber andere Thatsachen dem von Owsjannikow aufgestellten Satze. Im Rückenmark von Petromyzon (wie anderer Fische) habe ich Fortsätze von Nervenzellen gefunden, die aus dem grauen Vorderhorn in die weisse Substanz (Vorder- oder Seitenstränge) eintraten und nach abwärts verliefen, also in entgegengesetzter Richtung zu der von Owsjannikow bezeichneten. Demnach kann ich nicht anders, als behaupten, dass Owsjannikow auch hier aus ungenügenden Thatsachen ein allgemeines Gesetz formulirt hat, welches in der Natur nicht existirt.

Einen fünften Fortsatz fand Owsjannikow in seltenen Fällen; einmal in Verbindung mit dem Ausläufer einer runden (bipolaren) Zelle; in allen andern Fällen konnte er nicht entdecken, wohin er verlief.

Dass solche Nervenzellen-Fortsätze, deren endliche Verbindung man nicht entdeckt, im Rückenmarke sehr häufig angetroffen werden, kann auch ich aus eigener Erfahrung bestätigen. Hierin stimme ich mit Owsjannikow überein. Dass aber die von ihm formulirten Sätze über die angebliche Zahl der Nervenzellen-Fortsätze den Thatsachen widersprechend sind — leuchtet aus den von mir wiederholt gefundenen Thatsachen hervor, dass im grauen Vorderhorn der Fische Nervenzellen mit mehr als fünf dicken Fortsätzen — ich habe solche mit zehn dicken Fortsätzen, in einer einzigen Horizontal-Ebene, angetroffen — gefunden werden. Wenn man ausserdem bedenkt, dass bei unseren heutigen Untersuchungsmethoden, wie ich oben (p. 914) schon bemerkt, immer nur ein Theil der Fortsätze einer Nervenzelle zur Beobachtung gelangt, während die in anderen Ebenen (als der Schnittebene) verlaufenden Nervenzellen-Fortsätze vom Beobachter gar nicht gesehen werden, so erhebt sich wohl die Wahrscheinlichkeit, dass auch bei Fischen manche Nervenzellen viel mehr als zehn dicke Fortsätze — wohl die drei- bis vierfache Zahl der in einer einzigen Ebene zu Gesicht kommenden — aus sich entsenden, nahezu zur Evidenz. Dass hiermit die von Owsjannikow aufgestellten Behauptungen zerfallen — bedarf kaum einer weiteren Bemerkung.

Bei Amphibien (Fröschen) fand Kupffer 1854 (l. c. p. 18, 29) die Richtung der Nerven-Zellenfortsätze eben so, wie seine Mitschüler (Metzler, Owsjannikow) solches bei anderen Thierklassen angegeben hatten. Ich habe Kupffer's specielle Angaben bereits oben (pag. 255) aufgeführt, und auch daselbst die Gründe angegeben, weshalb ich dessen Anschauung nicht theilen kann.

Nach allem Vorausgegangenen kann daher die, von Bidder und seinen Schülern ausgegangene, Charakteristik der Nervenzellen-Fortsätze, im Rückenmark der gesammten Wirbelthierklassen, als mit den Thatsachen übereinstimmend nicht bezeichnet werden. Es ist unrichtig, dass stets nur ein Nervenzellen-Fortsatz (von einer Nervenzelle) zu den vorderen Nervenwurzeln gehe [22]); ich habe mehrere Fortsätze einer einzigen Nervenzelle diese Richtung einschlagen sehen. Es ist unrichtig, dass „von jeder Rückenmarks-Nervenzelle immer nur ein Fortsatz zur Herstellung der Verbindung mit dem Gehirn bestimmt zu sein scheint“ [23]); ich habe auch Nervenzellen gefunden, von denen Fortsätze nach abwärts — dem Gehirn entgegengesetzt — verliefen. Es ist unrichtig, dass stets nur ein Nervenzellen-Fortsatz zu einer hinteren Nervenwurzel gehe (siehe oben p. 914); ich habe deren mehrere nach hinten gerichtet gesehen. Es ist ferner unerwiesen, dass von jeder Nervenzelle ein Fortsatz in die entgegengesetzte Seitenhälfte des Rückenmarks eintrete; und endlich ist es über jeden Zweifel erhoben, dass die Zahl der dicken Nervenzellen-Fortsätze grösser ist als fünf.

5. Einiges, die Morphologie und Histologie der dicken Nervenzellen-Fortsätze betreffend.

Nach Remak und Hirschfeld (1856, l. c. p. 18) soll derjenige Fortsatz einer jeden multipolaren Nervenzelle im grauen Vorderhorn, welcher mit einer vorderen Nervenwurzel (Primitivfaser) in Verbindung steht, von den andern Fortsätzen verschieden sein, „et chemica et physica ratione a ceteris cellularum gangliosarum differunt processibus.“ Remak nennt die andern Fortsätze „fibrae centrales.“ Folgendes ist seine Charakteristik: „cellularum gangliosarum tubulus primitivus semper clarus est neque ramulis diffusus; fibrae vero centrales cinereae sunt, fibrillosae ramulisque diffusae.“

22) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 81.

23) Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 82, 83.

Ich kann hiermit aus dem Grunde nicht einstimmen, weil auch solche Fortsätze von Nervenzellen, die entschieden nicht in eine vordere Nervenwurzel eintreten, häufig genug durchsichtig erscheinen. Dass die andern Fortsätze grau seien, und sich in Aeste zertheilen, kann eben so wenig als allgemein gültig zugelassen werden. Man sieht an verschiedenen Fortsätzen einer und derselben Nervenzelle, in nicht seltenen Fällen, eine solche Gleichheit in der Textur und dem Verlauf, dass ein Unterschied derselben durchaus nicht aufzufinden ist. Die Theilung ist auch an solchen Fortsätzen zu sehen, die nach den vorderen Nervenwurzeln zu gerichtet sind (s. unten).

Die Fortsätze der Nervenzellen der grauen Vorderhörner gehen, nach Bidder und Kupffer (l. c. 1857, p. 61), „bei Menschen (und höheren Wirbelthieren) in der Regel nackt durch die ganze Dicke der weissen Substanz hindurch, und umkleiden sich erst am äusseren Umfang derselben mit der Markscheide und einer besonderen Begränzungshaut, erst hier werden sie zu Axencylindern dunkelrandiger Primitivfasern."

„Bei Petromyzon und Ammocoetes . . behalten sie auch nach ihrem Eintritt in's peripherische Nervensystem die Natur nackter Axencylinder bei. . . Bei den Vögeln nehmen sie schon dicht bei ihrem Abgange von den Zellen die Markscheide an."

Diesen Ansichten stehen meine Erfahrungen wesentlich entgegen. Ich finde die nackten Axencylinder nicht. Die zu schwachen Vergrösserungen, welche Bidder und Kupffer anwendeten, gaben ihnen Anlass zur Täuschung. Ich habe oben (p. 892, ff.) bereits auseinandergesetzt, dass es unstatthaft ist, nackte Axencylinder anzunehmen.

Diese Ansicht, welche Bidder und Kupffer 1857 vertreten, war schon mehrere Jahre vorher von Kupffer ausgesprochen worden. Nach Kupffer (1854, l. c. p. 20 u. ff.) sind die Nervenzellen-Fortsätze der grauen Rückenmarks-Substanz bei'm Frosche nichts anders, als nackte Axencylinder, d. h. sie sind ohne Nervenmark und ohne Hülle. Es ist diese Angabe Kupffer's um so mehr auffallend, als Kupffer eine Hülle der Nervenzellen selbst annimmt. Letztere müsste also an der Stelle, wo sie in den Nervenzellen-Fortsatz, resp. in die Nervenprimitivfaser übergeht, wie abgeschnitten aufhören. Dieses ist aber nicht nachgewiesen; vielmehr ist das Gegentheil über alle Zweifel gehoben (siehe oben, pag. 893).

Die Art des Verlaufs der Nervenzellen-Fortsätze fand Metzler am Vogel-Rückenmark zuweilen korkzieherartig „cellularum processus non semper lineâ rectâ per substantiae cinereae telam protinus tendere, sed saepissime potius decursum flexuosum inire, interdumque etiam cursum habere ad instrumenti obturaculis suberinis extrahendis figuram prope accedentem, quem quidem in casibus paucioribus, at tum certissime, animadvertere potui" (pag. 34). Wahrscheinlich fand Metzler dieses an mit Schwefelsäure behandelten Präparaten, wo Aufquellung und wellige Biegung vielleicht jenes Ansehen bedingte. Nur selten sah ich im Rückenmark von Petromyzon einen ähnlichen, obwohl nicht gerade korkzieherförmigen, Verlauf. In der Regel verlaufen die dicken Nervenzellen-Fortsätze gestreckt oder schwach gebogen.

2. *Die genuinen nervösen Elemente des grauen Hinterhorns betreffend.*

In diesem Abschnitte habe ich nur Weniges mitzutheilen, weil die Angaben der verschiedenen Autoren, in Betreff des grauen Hinterhorns, kaum (oder nicht) von dem in Bezug auf das graue Vorderhorn bezeichneten, und im Vorhergehenden abgehandelten, abweichen.

Die Nervenprimitivfasern des grauen Hinterhorns betreffend.

Die Ansichten Kölliker's, Schilling's, Clarke's, Rud. Wagner's u. s. w., über die Nervenprimitivfasern im grauen Hinterhorn überhaupt, sind oben, pag. 214 u. ff., so wie pag. 854, ff.

mitgetheilt. Nur wenige Angaben Clarke's u. A. über die Dimensionen der Nervenprimitivfasern des grauen Hinterhorns bleiben mir hier nachzutragen.

Die Primitivfasern in den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln im grauen Hinterhorn, beschreibt Clarke als „very small, their average diameter being about $^1/_{7000}{}^{th}$ of an inch; a few very large tubules are found amongst the rest, and here and there is seen a slender bundle composed of fibres of larger average size." Ich habe oben (p. 846) auseinandergesetzt, dass die Nervenprimitivfasern des grauen Hinterhorns grössere Durchmesser haben als $^1/_{7000}{}''$ (= $^1/_{830}{}'''$ ohngefähr), und dass so feine Nervenprimitivfasern kaum mit Entschiedenheit als solche zu diagnosticiren sind. Da aber Clarke auch breitere Nervenprimitivfasern hier zugiebt, so kann seine Angabe im Allgemeinen als mit meinen Erfahrungen übereinstimmend bezeichnet werden.

Nach Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 85) sind die Nervenprimitivfasern der Längsfaser-Bündel der grauen Hinterhörner des Rückenmarks (vor der gelatinösen Substanz) „sichtlich schmäler als die übrigen longitudinalen Fasern, was auf der geringeren Breite der Markscheide zu beruhen scheint." —

Nach meinen Erfahrungen sind die hier bezeichneten Elemente von eben so verschiedenem Durchmesser, wie die anderweit vorkommenden Nervenprimitivfasern des grauen Hinterhorns. Ich kann daher Bidder's und Kupffer's Angabe nicht als absolut der Wahrheit entsprechend betrachten. Bereits hatte Schilling (l. c. pag. 38) vor Bidder und Kupffer behauptet, dass die durch die gelatinöse Substanz hindurch verlaufenden Querfasern, welche er als Nervenwurzel-Fortsetzungen betrachtet, dünner seien als die Nervenprimitivfasern der weissen Hinterstränge, eine Angabe, welche ich gleichfalls so, wie die von Bidder und Kupffer gemachte, beurtheilen muss.

Die Nervenzellen des grauen Hinterhorns betreffend.

Das Vorkommen grosser Nervenzellen in den grauen Hinterhörnern läugnen Bidder und Kupffer noch 1857 (p. 58): „gewöhnlich reichen sie nur wenig über das Niveau des hinteren Umfangs des Centralcanals hinaus." Bidder und Kupffer sprechen also auch noch 1857 wahre Nervenzellen den grauen Hinterhörnern ab (l. c. p. 67, 68). Nur einmal fand Bidder und Kupffer in der Substantia gelatinosa eines Hunde-Rückenmarks „eine grosse, intensiv gelb gefärbte, gekernte und mit mehreren Fortsätzen versehene Zelle" (p. 68). Wenn das keine „verirrte", d. h. durch den Schnitt aus ihrem natürlichen Lager heraus gerissene und zufällig hierher gebrachte Zelle war, so hält Bidder und Kupffer doch solche für eine „seltene Ausnahme." Bidder und Kupffer glauben nämlich auch bei Chromsäurepräparaten „die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass durch den Schnitt aus ihrer natürlichen Stätte herausgerissene Nervenzellen an Orte gebracht werden können, wo sie nicht hingehören oder zu erscheinen nicht bestimmt sind." Das mag in sehr seltenen Fällen vorkommen, gewöhnlich nicht. Ich habe oben (graue Hinterhörner, pag. 215) über Schilling's Ansichten mich geäussert, und muss dasselbe auch gegen Bidder und Kupffer hier wiederholen. Die hier gegebene Darlegung Bidder's und Kupffer's zeigt, dass ihre Untersuchungen nicht tief genug in die Sache eingedrungen sind; denn die Demonstration von unzweifelhaften Nervenzellen grösster Gattung in den grauen Hinterhörnern ist eine ganz leichte Aufgabe.

Auch Rud. Wagner scheint in der neuesten Zeit seine frühere Angabe (siehe oben p. 215) widerrufen zu wollen. Er sagt [24]) bei Anlass der Besprechung von Bidder's Negation der Nervenzellen in den Hinterhörnern, dass er lange vor Publication der Bidder'schen Schrift „gewisse frühere

[24]) R. Wagner, Kampf um die Seele, 1857. p. 164.

Ansichten, z. B. über die Ganglienzellen-Anhäufungen in den Hinterhörnern im Clarke'schen Sinne, aufgegeben hatte." Das darf aber nicht zugelassen werden. Es darf kein künftiger Forscher ächte Nervenzellen in den grauen Hinterhörnern, resp. die von mir als „Dorsalkerne" bezeichneten Nerven-Zellenhaufen, mehr läugnen, ohne sich des Verdachts einer sehr wenig eingehenden Untersuchung schuldig zu machen. Die Thatsachen, welche die ächten Nervenzellen in den grauen Hinterhörnern documentiren, sind nicht schwankend, sondern sie sind als sicheres Gut für die Wissenschaft geborgen.

An den hinteren Hörnern, ausserhalb derselben, nach aussen zu, liegt, nach Jacubowitsch (l. c.), beständig eine bedeutende Gruppe von . . Empfindungszellen, „welche sich ununterbrochen vom äusseren Rande der hinteren Hörner zum Centralcanal fortsetzen, denselben nach hinten zu umgeben, und hier eine hintere Commissur zwischen sich bilden." An schiefen, nicht queren, Abschnitten sei das zu sehen.

Ich habe die von Jacubowitsch bezeichneten Abschnitte wiederholt angefertigt und untersucht, muss aber bedauern, die „ununterbrochene" Gruppe von Nervenzellen nicht gefunden zu haben. Genaueres s. unten bei der Classification der Nervenzellen, wobei ich die Ansichten Jacubowitsch's ausführlich erörtern werde.

Die Angaben Kölliker's über die Nervenzellen der grauen Hinterhörner sind oben (p. 866) mitgetheilt und besprochen worden.

Ueber den Durchmesser der runden, sogenannten bipolaren, Nervenzellen im Rückenmark von Petromyzon sagt Owsjannikow, l. c. p. 19, dass derselbe bei den grössten = 0,026''', bei den kleineren = 0,015''' betrage. Ich habe solche (s. o. p. 849) von $^1/_{20}$''' bis $^1/_{15}$''' (= 0,05''' bis 0,06''') im Durchmesser gefunden. Die Nuclei dieser Zellen fand Owsjannikow 0,015''' bis 0,007''' gross. Ich fand die Nuclei bis zu $^1/_{33}$''' (= 0,03'''), s. oben p. 849. Die Nucleoli giebt Owsjannikow bei den grössten wie den kleinsten zu 0,005''' an. Ich fand Nucleoli von $^1/_{300}$''' bis $^6/_{1500}$''' (= 0,003''', höchstens 0,004''').

3. *Die genuinen nervösen Elemente der Substantia gelatinosa Rolando und centralis betreffend.*

Auch hier bleibt mir nur weniges nachzutragen, was nicht bereits früher (s. oben p. 40 u. ff., p. 190 u. ff.) bemerkt werden konnte, indem die neuesten Arbeiten erst nach dem Erscheinen der 1. bis 3. Lieferung dieser Schrift veröffentlicht wurden. Kölliker's Angaben sind oben (p. 862, ff.) bereits angeführt und besprochen worden. — Den Durchmesser der Nervenprimitivfasern in der Substantia gelatinosa des Menschen-Rückenmarks fand Kölliker[25]) „nie über 0,004'''; in der Substantia spongiosa 0,001''' bis 0,003'''." Ich fand (siehe oben p. 846) an diesen Stellen Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}$''' bis $^1/_{100}$'''.

Grössere gekernte Zellen läugnen Bidder und Kupffer in der Substantia gelatinosa — gegen Kölliker — (1857, l. c. p. 65): „sie gehören vielleicht andern Rückenmarkspartheien an, da bei dem weichen Zustande des frischen Rückenmarks es kaum möglich sein dürfte, die gelatinöse Substanz frei von aller Beimischung aus der Nachbarschaft zu gewinnen."

Da ich in feinen Abschnitten aus Chromsäurepräparaten grosse Nervenzellen in der gelatinösen Substanz in zahlreichen Fällen gefunden habe (siehe oben p. 185), so fällt der Einwurf Bidder's und Kupffer's hinweg. An feinen Abschnitten aus Chromsäurepräparaten ist es nicht schwer zu unterscheiden, was eine auf- oder untergelagerte Nervenzelle ist, die durch die mechanische Gewalt der Präparation aus ihrer Umgebung herausgerissen und zufällig an eine andere Stelle des Präparats, fern von ihrer ursprünglichen Lagerstätte, gebracht wurde. Eben so leicht sieht man auch, ob eine Nerven-

[25]) Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 422. Gewebelehre. 1. Aufl. p. 281; 2. Aufl. p. 298.

zelle in ihrer ursprünglichen Lagerstätte ist. Jene lassen sich leicht mit Alkohol wegspülen, diese nicht, und die Fortsätze der letzteren in ihre Umgebung bieten übrigens die Gewähr, dass sie hierher gehören, und nicht an andre Stellen des Abschnitts.

Grosse vereinzelte Nervenzellen („Bewegungs-Nervenzellen") findet Jacubowitsch (1857, p. 30) „in der Substantia gelatinosa Rolando, zwischen den Inseln der querdurchschnittenen Nervenbündel, die im Bereich der grauen Masse der hinteren Hörner liegen." Dies stimmt mit meinen Erfahrungen überein, obwohl ich die andere Bemerkung Jacubowitsch's, dass die genannten Nervenzellen ihre „Ausläufer in die . . neu (in den Seitensträngen) aufgetretenen Gruppen von Empfindungszellen (s. u.) schicken", nicht zugeben kann. So weit verfolgt man die Ausläufer nicht. Noch viel weniger kann ich mit Jacubowitsch einstimmen, wenn er diese Nervenzellen als „die Ursprungsstellen des Nervus accessorius Willisii" bezeichnet, dessen Hauptkern im grauen Vorderhorn weit nach vorn liegt.

Die Substantia gelatinosa Rolando betrachtet Jacubowitsch (1857, p. 17, 18) als „ein Aggregat von Axencylindern oder Ausläufern von verschiedenen Nerven- (Bewegungs-, Empfindungs-, sympathischen) Zellen, die quer, schief, in allen Richtungen durchschnitten sind, und entweder nackt für sich allein verlaufen, oder mit Markmasse umgeben sind. Die ersteren (nackten Axencylinder) geben, durchschnitten, die einfach contourirten, die mit Markmasse umgebenen die doppelt contourirten Ringe" [Jacubowitsch hat zu geringe Vergrösserung angewendet, sonst würde er anders gesehen haben, siehe oben p. 758]. — Die Streifenzüge in der Substantia gelatinosa hält Jacubowitsch aber „für Nervenfaserzüge, nicht aber für Bindegewebszüge." — Jacubowitsch stimmt demnach mit meinen Ansichten in so fern überein, als er auch in der Substantia gelatinosa ächte Nervenprimitivfasern und Nervenzellen statuirt. Speciellere Mittheilungen über die Nervenzellen siehe unten bei der Classification der Nervenelemente. Auch an einem andern Orte seiner Schrift wiederholt Jacubowitsch, dass die Substantia gelatinosa Rolando als „eine genuine, wirkliche Nervenmasse, aus markhaltigen und marklosen Axencylindern bestehend, zu betrachten sei" (l. c. 1857, p. 42 u. a. O.).

Dass die in der gelatinösen (und grauen) Substanz des Rückenmarks vorhandenen Streifen und Faserzüge nicht aus Bindegewebe, sondern aus Nervenprimitivfasern bestehen, suchte Jacubowitsch (1857, p. 18, 19) dadurch zu beweisen, dass er verschiedene Thiere mit Rückenmark und Gehirn drei Tage anhaltend in mit Salzsäure angesäuertem Wasser kochte, dann das Rückenmark herausnahm, solches allein noch eine Stunde in Aether kochte, alsdann dasselbe in Chromsäure härtete, und nachher feine Abschnitte davon machte. In diesen Abschnitten verhielten sich die Querdurchschnittsflächen der Faserzüge (und auch ihre Theile in Continuität) wie in blos mit Chromsäure gehärtetem Rückenmarke, „die Ringe verschwanden nicht, sondern behielten ihre früheren scharfen Contouren", p. 19. Ich lasse es dahin gestellt, ob nicht die Vertreter des Bindegewebes die genannte Procedur als nicht beweisend bezeichnen, weil das kochende Wasser wohl nicht unmittelbar in Berührung mit dem Rückenmark kam. — Ausserdem machte Jacubowitsch (pag. 20, 21) feine Abschnitte von getrocknetem Rückenmarke, und behandelte solche mit verschiedenen Reagentien, Schwefelsäure, Essigsäure, Kali, Schwefeläther, wornach stets jene Fasern oder deren Querdurchschnittsflächen mehr oder weniger deutlich blieben.

Was ich als Substantia gelatinosa centralis bezeichnete, nennen Bidder und Kupffer „Bindegewebe." Dieses aber ist ihnen, je nach seinen verschiedenen Entwickelungsstufen, „gelatinöse, gallertartige Masse, längs- und querlaufende Fasern, Bindegewebszellen, hyaline oder gekörnte, gefaserte oder gefaltete Intercellular-Substanz", p. 95. Bidder und Kupffer geben hier also eine reiche Auswahl von Formen, unter deren eine oder andere die allenfalls problematischen Nervenprimitivfasern und Nervenzellen unterzubringen nicht schwer fallen kann. Ich habe oben, p. 35, ff. u. p. 846, 850, die

positiven Ergebnisse meiner Untersuchungen mitgetheilt, und es scheint mir überflüssig, länger hierbei zu verweilen.

Die Substantia gelatinosa centralis im Conus medullaris beschreibt Jacubowitsch (1857, p. 11) als ein „Bindegewebslager, welches aus schmalen und feinen, in verschiedenen Richtungen netzartig verflochtenen und sehr fein granulirten, Maschen besteht.“ — Diese Beschreibung ist indessen nicht genau, und die Bezeichnung als „Bindegewebslager“ erhält durch erstere keinerlei Stütze.

Die Epithelialzellen, welche den Centralcanal umschliessen, fand Metzler (l. c. p. 15, 16) bei Vögeln in der Mitte der Sacral-Anschwellung = 0,00189‴ im längsten Durchmesser; in der Cervical-Anschwellung = 0,0075‴. Ich finde (siehe oben p. 850) den Durchmesser dieser Zellen von 0,0033‴ bis 0,01‴ wechselnd.

Bei Petromyzon fand Owsjannikow (l. c. p. 20) die Epithelialzellen um den Centralcanal herum = 0,0032‴. Er fand nämlich den Canal „strato optheliali circumdatus diametri 0,0075‴, sine hoc strato 0,0037‴ par.“ Diese Angabe Owsjannikow's stimmt zum Theil mit meinen Messungen (s. o. p. 850) überein, indem ich im Allgemeinen den längsten Durchmesser dieser Zellen = 0,01‴, oft aber auch kleiner fand. Die übrigen Beobachter haben keine Messungen dieser Zellen mitgetheilt.

4. *Die genuinen nervösen Elemente der centralen Nervenbahnen betreffend.*

Die Nervenprimitivfasern der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der grauen Vorderhörner messen, nach Kölliker[26]), die meisten 0,004‴, einzelne 0,006‴; dies ist im Allgemeinen auch mit meinen Messungen übereinstimmend (s. oben p. 846). Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln in den grauen Hinterhörnern messen, nach Kölliker[27]), 0,0012‴ bis 0,0028‴. Ich finde solche (siehe oben p. 846) im Allgemeinen viel breiter, und nicht auffallend verschieden von denen im grauen Vorderhorn, nämlich Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}$‴ bis $^1/_{150}$‴ (= 0,0020‴ bis 0,0066‴). Die Angaben Clarke's sind oben (pag. 910, 921) mitgetheilt worden; die übrigen Beobachter haben keine Messungen dieser Elemente verzeichnet.

[26]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 412, 413. [27]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 413.

Dritter Abschnitt.

Ueber das gegenseitige anatomische Verhältniss der genuinen nervösen Elemente des Rückenmarks.

Nachdem ich im Vorausgehenden die verschiedenen genuinen nervösen Elementarbestandtheile des Rückenmarks an und für sich betrachtet, und auseinandergesetzt habe, wie solche in den verschiedenen Theilen des Rückenmarks sich bei der Beobachtung zeigen, habe ich in dem folgenden Abschnitt die Aufgabe, die anatomischen Verhältnisse, in welchen die verschiedenen Elemente zu einander stehen, genauer darzulegen. Ich werde daher im Folgenden zuerst das gegenseitige Verhalten der Elemente der weissen Substanz, hiernach dasjenige der Elemente der grauen Substanz, resp. das Verhalten der Elemente der grauen zu denen der weissen Substanz betrachten.

A. Ueber das gegenseitige anatomische Verhältniss der Nervenprimitivfasern (und Nervenzellen) der weissen Substanz des Rückenmarks [28]).

Dass die einzelnen Nervenprimitivfasern in den verschiedenen Strängen und Theilen der weissen Substanz des Rückenmarks theils der Länge wie der Quere nach, theils schräg verlaufen, das ist bereits wiederholt gesagt worden. Ich betrachte daher hier auch nicht die Richtung der verschiedenen Nervenprimitivfasern, ihre gröbere Kreuzung und gröbere Verflechtung, sondern das Verhalten der einzelnen Nervenprimitivfasern zu den Nervenprimitivfasern in ihrer nächsten Umgebung, resp. zu den rings um sie herumgelagerten andern Nervenprimitivfasern. Hiernach werde ich das Verhältniss der in der weissen Substanz isolirt vorkommenden Nervenzellen zu den Nervenprimitivfasern erörtern.

Jede Nervenprimitivfaser der weissen Substanz steht durch die Elementarröhrchen (des Marks wie der Hülle, resp. des Axencylinders), aus welchen sie zusammengesetzt ist, mit den Elementarröhrchen der nächstbenachbarten Nervenprimitivfasern in einer vielfachen Verbindung, dergestalt, dass die Isolirung einer einzelnen Nervenprimitivfaser der weissen Substanz des Rückenmarks nicht ohne vielfache Zerreissung der Verbindungstheile mit ihrer Umgebung, und nicht so leicht in der Art gelingt, als dies in Nervenwurzeln und in peripherischen Nerven möglich ist, wo die benachbarten Nerven-

[28]) Da in dem vorausgehenden Abschnitte dieses Capitels schon wiederholt der hier speciell abzuhandelnden Verhältnisse erwähnt worden ist, so kann ich mich hier im Ganzen kurz fassen, und zur Vermeidung von Wiederholungen auf das bereits Gesagte beziehen.

Primitivfasern zwar auch durch Elementarröhrchen (ihrer Hüllen und Markscheiden, resp. der Axencylinder) vielfach communiciren, jedoch nicht in so zahlreichen Repräsentanten wie im Rückenmark ihre feinsten Elemente aus einer Nervenprimitivfaser in die andere schicken (s. oben p. 746, ff.). Das Gesagte gilt besonders vom frischen Rückenmark. Die Isolirung einzelner Nervenprimitivfasern des Rückenmarks ist aber deshalb im frischen Zustande nicht unmöglich, im Gegentheil, nicht besonders schwierig; immer aber erkennt man hierbei, wie die verschiedenen Nervenprimitivfasern ein mannichfaltiges, sehr complicirt unter einander zusammenhängendes, Gewebe bilden, und ohne vielfache Zerreissung dieses Netzwerks von Faserverbindungen, ohne mannichfaltige Verletzung einer grösseren oder geringeren Anzahl von Nervenprimitivfasern, gelingt in der weissen Rückenmarks-Substanz die Isolirung einzelner Fasern wohl niemals. Die Isolirung einzelner Nervenprimitivfasern gelingt aber sehr leicht an künstlich (in Chromsäure, Weingeist etc.) gehärteten Rückenmarken, und zwar in allen Strängen und Theilen der weissen Substanz, sobald man feine Längsabschnitte unter dem Schiek'schen Dissections-Mikroskope, oder bei anderweiter passender 6—20-facher Linear-Vergrösserung, mit feinen Nadeln auseinander zupft. Hierbei zerreisst man zwar auch die feinsten Verbindungstheile der verschiedenen Nervenprimitivfasern, man zerreisst auch vielfach das Nervenmark einzelner Nervenprimitivfasern, man isolirt letzteres oft genug in grösserem oder kleinerem Umfang von ihrem Axencylinder; immerhin aber erkennt man bei nachheriger Anwendung der mittelstarken, dann der stärksten Vergrösserungen, dass eine jede Nervenprimitivfaser (d. h. ihr Mark sammt Hülle und Axencylinder) ein zusammenhaltendes gröberes Ganzes bildet, welches nur durch die feinsten Ausläufer, Elementar-Röhrchen, mit den umgebenden Nervenprimitivfasern zusammenhängt; man erkennt auf das Evidenteste, dass also auch im Rückenmark die Nervenprimitivfaser im Ganzen und Wesentlichen sich so verhält, wie in den peripherischen Nerven, d. h. aus dem die Axe bildenden Axencylinder und dem um diesen herumgelagerten sogenannten Nervenmark sammt Hülle besteht, welche alle untereinander auf das Innigste durch die feinsten Elementarröhrchen zusammenhängen, nicht aber in blossem Contact (ohne anatomische continuirliche Verbindung, allenfalls wie der Arm mit dem Hemde und dem Rock-Aermel, um mich eines trivialen Vergleiches zu bedienen) zu einander stehen.

Das Flächeninhalts-Verhältniss oder Raumverhältniss einer Nervenprimitivfaser zu den benachbarten, sie umgebenden, oder die Dimensionen einer und derselben Nervenprimitivfaser an den verschiedenen Punkten ihres centralen Verlaufs in der weissen Substanz des Rückenmarks, bleibt sich anscheinend überall gleich, so weit die unmittelbare Beobachtung bei Menschen und höheren Wirbelthieren lehrt. Wir sehen hier wenigstens eine jede gut isolirte, oder sicher in einem Abschnitte zu verfolgende, Nervenprimitivfaser in der weissen Substanz des Rückenmarks, an allen Stellen ihres Verlaufs, im Allgemeinen und Groben genommen, — und die geringen Verschmälerungen, welche als Folge der Präparation angesehen werden können, abgerechnet — von gleichem Durchmesser. Ob nicht dennoch Verschmälerungen und Verbreiterungen derselben vorkommen, muss ich einstweilen zwar unentschieden lassen. Es ist mir aber höchst wahrscheinlich, dass Wechsel im Durchmesser der verschiedenen Fasern häufig Statt finden; denn im Rückenmark von Petromyzon habe ich mit aller Evidenz beobachtet, dass Nervenprimitivfasern, von einer sogenannten bipolaren Nervenzelle ausgegangen, in einer Entfernung, welche etwa dem sechsfachen Durchmesser der Nervenzelle gleich kam, sich auffallend verschmälerten, indem der Axencylinder wie das Mark derselben kleinere Dimensionen zeigten. Es ist mir also höchst wahrscheinlich, dass eine Nervenprimitivfaser in ihrem Verlaufe sich verschmälern oder auch sich verbreitern könne, also in ihrem Verlauf ein ganz entgegengesetztes Verhalten in Bezug auf ihre nächste Umgebung zeigt.

Theilungen einer Nervenprimitivfaser innerhalb der weissen Substanz des Rückenmarks, resp. Vereinigungen zweier Nervenprimitivfasern in eine einzige, habe ich nie beobachtet. — Der Axencylinder bietet nicht selten an einer und der nämlichen Nervenprimitivfaser an den verschiedenen Stellen

seines Verlaufs Verschmälerungen und Verbreiterungen dar, jedoch innerhalb gewisser Gränzen. Häufig sieht man aber auch Axencylinder, die in langen Strecken, so weit sie überhaupt beobachtet werden können, einen anscheinend ganz gleichmässigen Durchmesser zeigen.

Die Nervenzellen der weissen Substanz stehen mit den sie umgebenden Fasern in zwiefacher Verbindung. Zuerst stehen sie durch die zahllosen feinen Ausläufer ihrer Peripherie, die Elementarröhrchen der Nervenzellenhülle, mit den Nervenprimitivfasern ihrer nächsten Umgebung in einer innigen Verbindung; für's Zweite gehen die dicken Fortsätze der Nervenzellen sämmtlich in Nervenprimitivfasern der weissen Substanz unmittelbar über, d. h. die betreffenden Nervenprimitivfasern sind nichts Anderes, als die Verlängerungen der dicken Fortsätze der genannten Nervenzellen. Ueber die Art dieses Zusammenhangs werde ich weiter unten genauer reden, wenn von dem gleichen Verhältnisse der Nervenzellen der grauen Substanz die Rede ist; daher ich den Leser, um Wiederholungen zu vermeiden, dorthin verweisen will.

B. Ueber das gegenseitige anatomische Verhältniss der Nervenzellen und Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz des Rückenmarks.

Eine jede Nervenprimitivfaser, wie eine jede Nervenzelle der grauen Substanz steht mit ihrer nächsten, näheren oder ferneren Umgebung in einer vielfachen Verbindung, bedingt durch die feinen Elementarröhrchen, welche aus der einen in die andre in zahlloser Menge übergehen. Isolirung einer Nervenprimitivfaser oder einer Nervenzelle aus der grauen Substanz des frischen Rückenmarks kann daher nicht anders geschehen, als mittelst der Zerreissung der genannten vielfachen Verbindungen, wie dies vorhin (pag. 926) bei der Nervenprimitivfaser der weissen Substanz schon erwähnt worden ist. Leichter geschieht die Isolirung an feinen Abschnitten aus gehärtetem Rückenmarke, wobei aber immerhin bei genügender Vergrösserung die vielfache Verbindung erkannt wird, in welcher die genannten Theile unter einander stehen.

Diese feinste Verbindung der gleichartigen wie der verschiedenartigen Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks untereinander ist so ausserordentlich mannichfaltig und complicirt, dass man bei dem Zerzupfen eines feinen Rückenmarks-Abschnitts (aus in Chromsäure und dergl. gehärtetem Rückenmarke) unter dem Dissections-Mikroskope (bei 6- bis 20-facher Vorgrösserung) die ganze graue Substanz als das allerdichteste Filzwerk von sich durchwebenden Nervenprimitivfasern und Nerven-Zellen-Fortsätzen erkennt, in welchem die gröberen Bestandtheile, wie die Nervenzellen, die dickeren Fascikel von centralen Nervenbahnen und andere compacte Bündel von Nervenprimitivfasern, Blutgefässe, Bindegewebestränge gleichsam eingelagert sind, ähnlich gröberen Massen, die in eine überaus feine, körnige und faserige allgemeine Muttermasse eingestreut worden. Da man bei dem Zerzupfen oder Auseinanderziehen dieser Masse mit feinen Nadeln mit jedem Zuge Tausende von Verbindungen trennt, Tausende von feinen Nervenzellen-Fortsätzen, so wie viele Nervenprimitivfasern und auch Blutgefässe zerreisst, so kommen an den Rändern der Einrisse die verschiedenartigsten Fragmente der zerrissenen Theile, entweder unter der Gestalt von feinen Fasern oder Körnern, resp. (am frischen Rückenmark) unter der Gestalt von Tröpfchen, zum Vorschein, welche dem Beobachter leicht das Ansehen vorspiegeln, als bestehe das allgemeine Lager der grauen Substanz aus einer feinkörnigen Masse, in welche die gröberen Theile (Nervenprimitivfasern und Nervenzellen) eingebettet seien, in welcher, um mich eines trivialen Vergleiches zu bedienen, die Nervenzellen z. B. gleich Mandeln in einem Kuchenteig liegen. Bei Anwendung der stärkeren Vergrösserungen erkennt man aber ohne viele Schwierigkeiten, dass die anscheinend körnige Muttermasse aus Fragmenten von Nervenprimitivfasern, Nervenzellen oder Nervenzellen-Fortsätzen zusammengesetzt ist, dass die Nervenprimitivfasern wie die Nervenzellen mit ihrer nächsten Umgebung durch vielfache faserige (oder röhrige) Verbindungen

(Elementarröhrchen) in innigstem Zusammenhang stehen, nicht aber durch blossen Contact — ohne weitere anatomische Vereinigung — mit ihren Nachbarn (Nervenzellen und Nervenprimitivfasern) in Beziehung sind. —

Ob in der grauen Substanz die einzelnen Nervenprimitivfasern an den verschiedenen Stellen ihres Verlaufs einer Verschmälerung oder Verbreiterung unterworfen sind, ob sie sich theilen, — das ist bis jetzt noch nicht direct mit genügender Evidenz von mir beobachtet worden. Diese Thatsache zu ermitteln ist besonders in der grauen Substanz um so schwieriger, als wegen des vielfach gewundenen Laufs der Fasern, gerade in der grauen Substanz, es nicht häufig möglich ist, längere Strecken dieser Fasern in Continuität unter dem Mikroskope zu beobachten.

Die Nervenzellen der grauen Substanz stehen auch, ausser den erwähnten Elementar-Röhrchen, durch kurze dicke Fortsätze untereinander in Verbindung. Ob eine jede Nervenzelle einen oder mehrere solcher Fortsätze besitzt, welche nur zur Verbindung mit benachbarten Nervenzellen bestimmt sind, ob es auch Nervenzellen ohne solche Fortsätze zur Verbindung mit benachbarten Nervenzellen giebt, das lässt sich bis jetzt noch nicht durch genügende Thatsachen documentiren. Thatsache ist, dass solche Verbindungen, die mit genügender Evidenz in einzelnen Fällen erkannt werden können, vorhanden sind. Die Länge dieser Fortsätze ist gewöhnlich dem Durchmesser der beiden Nervenzellen gleich, bald etwas grösser oder kleiner. Die Dicke, so wie die Textur dieser Fortsätze unterscheidet sich nicht von der der übrigen dicken Fortsätze der betreffenden Nervenzellen. — Einzelne der dicken Fortsätze der Nervenzellen theilen sich bifurcatorisch, wenn sie in einer Länge, die derjenigen der Nervenzelle ungefähr gleich oder grösser ist, von letzterer entfernt sind. Die Aeste der ersten Theilung spalten sich in weiterem Verlaufe von Neuem, und zertheilen sich endlich in die feinsten Elementarröhrchen. Die Ramificationen erstrecken sich nach den verschiedensten Richtungen, und bilden begreiflicher Weise unter einander ein dicht verflochtenes Netzwerk, in welchem unzweifelhaft die Ramificationen verschiedener, naher wie entfernter, Nervenzellen (und Nerven-Primitivfasern) unter einander in Verbindung stehen. Ob eine jede Nervenzelle solche Fortsätze besitzt, welche sich theilen, ob mehrere oder nur ein Fortsatz einer Nervenzelle zu solcher Verästelung bestimmt ist, ob es endlich Nervenzellen giebt, die keinen Fortsatz, welcher sich theilte, abgeben — das lässt sich vorerst noch nicht mit Sicherheit entscheiden, obwohl es mir wahrscheinlich ist, dass eine jede Nervenzelle der grauen Substanz [29]) einen oder mehrere Fortsätze aussendet, die sich schliesslich in die feinsten Elementarröhrchen zertheilen, und mit den entsprechenden andrer Nervenzellen, resp. mit Nervenprimitivfasern communiciren. Die feinsten Ausläufer, so wie die gröberen Ramificationen, der Nervenzellen-Fortsätze gehen nach den verschiedensten Richtungen hin, und bilden durch ihre Verflechtung ein unentwirrbares, dichtes Netz- oder Filzwerk von faserigen Massen in der grauen Substanz; ihren schliesslichen Verlauf, oder ihr Ende, finden sie in den Communicationen mit entsprechenden Verästelungen andrer Nervenzellen, oder in der Bildung von Nervenprimitivfasern, deren feinste Elemente sie repräsentiren.

Andre dicke Fortsätze der Nervenzellen der grauen Substanz gehen in Nerven-Primitivfasern über, und letztere sind gewissermaassen nichts Anderes, als die Verlängerungen dieser dicken Fortsätze. Diesen unmittelbaren Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in Nerven-Primitivfasern habe ich bei neueren Untersuchungen, auf welche ich lange Zeit und grosse Mühe verwendet habe, in so zahlreichen Fällen gesehen, dass ich dieses Verhältniss nunmehr als über jeden Zweifel erhoben betrachten muss. Ich fand, dass die Fortsätze der Nervenzellen in Quer- wie in Längsfasern sämmtlicher weisser Rückenmarks-Stränge übergehen, also intregirende Theile der Vorder-,

[29]) Die dicken Fortsätze der in der weissen Substanz vorkommenden Nervenzellen scheinen sich, nach dem bisherigen Ergebnisse meiner Beobachtungen, nicht zu theilen, sondern alle in Nervenprimitivfasern überzugehen.

Seiten- und Hinterstränge bilden helfen, ganz abgesehen von den Fortsätzen der isolirt in genannten Strängen vorkommenden Nervenzellen, welche ebenfalls einzelne Nervenprimitivfasern derselben bilden. Ferner beobachtete ich direct den Uebergang der dicken Nervenzellen-Fortsätze des grauen Vorderhorns in die vorderen centralen Bahnen der Spinalnerven. Den directen Zusammenhang einer Nerven-Primitivfaser der hinteren Nervenwurzeln mit einer Nervenzelle der grauen Substanz zu beobachten, ist mir bis jetzt nicht gelungen, obwohl ich auch dieses Verhältniss statuire (vergleiche oben pag. 213, Dorsalkerne). Bei diesem Uebergang eines Nervenzellen-Fortsatzes in eine Nervenprimitivfaser beobachtet man, bei genügender (360- bis 900-facher) Vergrösserung, dass Elementarröhrchen, welche den Axencylinder und das Nervenmark der Nervenprimitivfaser constituiren, in ununterbrochener Continuität in den Nervenzellen-Fortsatz eintreten und in das Nervenzellen-Parenchym übergehen, hierin sich fächerförmig ausbreiten, und mit den Elementarröhrchen der Nervenzelle sich auf die mannichfaltigste Weise verbinden. Die Elementarröhrchen laufen aus der Nervenprimitivfaser in den Nervenzellen-Fortsatz, resp. in die Nervenzelle, theils in gestreckter, oft auch in fein geschlängelter Richtung. Eine bestimmte Gränze zwischen Nervenzellen-Fortsatz und Nervenprimitivfaser ist häufig anscheinend vorhanden und durch eine dunkle Contour, gleich einer Querlinie, oder einer, den Nervenzellen-Fortsatz nahe der Nervenzelle umgebenden, dunklen, mehr oder weniger gezähnelten, Kreislinie angedeutet. Diese Contour liegt in der äussersten Oberfläche des Nervenzellen-Fortsatzes, resp. der Nervenprimitivfaser, und es bleibt zweifelhaft, was sie ist, ob hier ein Riss in der sog. Hülle des Nervenzellen-Fortsatzes, oder ein eigenthümlicher Verlauf der Elementarröhrchen, welche das genannte optische Phänomen bedingen, vorhanden ist. In jedem Falle aber sieht man, dass diese anscheinende Gränze in den tieferen Schichten des Nervenzellen-Fortsatzes, resp. der Nervenprimitivfaser, nicht vorhanden ist; dass vielmehr unterhalb jener dunklen Linie, resp. innerhalb der dunklen begränzenden Kreislinie des Nervenzellen-Fortsatzes, die Elementarröhrchen der Nervenprimitivfaser (Axencylinders und Marks) in ununterbrochener Continuität in das Nervenzellen-Parenchym einstrahlen. Oft sieht man keinerlei solche Gränze, der breite Nervenzellen-Fortsatz geht, — sich verschmälernd — ohne irgend einen Unterschied seiner optischen Phänomene an den verschiedenen Stellen seines Verlaufs darzubieten, in die Nervenprimitiv-Faser über, so dass eine Gränzstelle zwischen Nervenzellen-Fortsatz und Nervenprimitivfaser nirgends anzugeben ist. Nicht selten ist der Nervenzellen-Fortsatz vor der Uebergangsstelle in die Nerven-Primitivfaser, zwischen dieser und der Nervenzelle selbst, sehr durchsichtig, und scheint ein ganz andres Gewebe zu besitzen, als die übrigen Strecken des Nervenzellen-Fortsatzes, resp. der Nervenzelle. Beobachtet man aber mit genügenden Vergrösserungen, so kann man auch in diesen sehr durchsichtigen, meist schmäleren, Nervenzellen-Fortsätzen erkennen, dass in ihnen Elementarröhrchen verlaufen, welche aus dem Nervenzellen-Parenchym durch den Fortsatz hindurch in die Nervenprimitivfaser übergehen.

Dieses Verhältniss der Nervenprimitivfasern und der Nervenzellen habe ich sowohl im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, wie bei allen übrigen Wirbelthierklassen in der grauen Substanz beobachtet, und solches überall im Wesentlichen gleich gefunden, wie ich denn auch das nämliche Verhältniss an den Uebergangsstellen der Nervenprimitivfasern in die Nervenzellen der peripherischen Ganglien und Spinalganglien bei den sämmtlichen Klassen der Wirbelthiere gesehen, und eben so auch an vielen Stellen der Centraltheile des Nervensystems beobachtet habe.

Ob eine jede Nervenzelle der grauen Substanz einen oder mehrere Fortsätze besitzt, welche Nervenprimitivfasern bilden, oder ob es auch Nervenzellen giebt, welche keine solche Fortsätze besitzen, das gestatten die jetzigen Beobachtungen noch nicht zu entscheiden. Wohl aber kann mit Bestimmtheit auch jetzt schon behauptet werden, dass von einer einzigen Nervenzelle nicht blos eine einzige, sondern zwei bis drei, selbst vier Nervenprimitivfasern ausgehen können, und dass wahrscheinlich die Zahl solcher Nervenprimitivfasern selbst eine grössere sein kann. Ich habe isolirte Nervenzellen in den ver-

schiedenen weissen Rückenmarkssträngen beobachtet, von denen drei oder vier Nervenprimitivfasern ausgiengen; in den Seitensträngen z. B. sah ich Nervenzellen, von denen eine Nervenprimitivfaser nach oben, eine zweite nach unten, eine dritte nach innen (in die graue Substanz, resp. aus dieser heraus) verlief. In den Vordersträngen sah ich isolirte Nervenzellen, von denen zwei Nervenprimitivfasern nach unten, zwei nach oben verliefen u. s. w. Diese isolirten Nervenzellen beobachtete ich auf Längsabschnitten, die Fortsätze dieser Nervenzellen verliefen also sämmtlich in einer einzigen (Schnitt-) Ebene; demnach muss es, nach dem oben (p. 914, ff.) Erörterten, als wahrscheinlich zugelassen werden, dass diese betreffenden Nervenzellen auch mehr als vier Nervenprimitivfasern (nach andern Richtungen) von sich ausgehen lassen. Die Nervenzellen können also eben sowohl als Ursprungsstellen einer oder mehrerer Nervenprimitivfasern, wie als Sammelplätze, resp. Endpunkte, verschiedener Nervenprimitivfasern angesehen werden. —

* * *

Alle die im Vorausgehenden nur ganz ungenügend — im Vergleich mit den natürlichen — bezeichneten Verhältnisse, die das verwickelte Gewebe der verschiedenen Elemente der weissen und grauen Substanz betreffen, sind aber nichts weniger als zufällige. Vielmehr muss besonders hervorgehoben werden, dass — so wenig am thierischen Organismus die Gestalt der verschiedenen Finger, Zehen, Zähne u. s. w. etwas Zufälliges ist — eben so wenig in dem Rückenmark die Grösse und Gestalt, die Anordnung und Verbindung u. s. w. der verschiedenen Elemente irgend etwas Zufälliges ist. Eine jede Nervenzelle, wie eine jede Nervenprimitivfaser, bildet im Rückenmark gewissermaassen wiederum einen kleinen Organismus im grösseren, und eine jede Region des Rückenmarks, sei sie auch noch so klein, hat ihre ganz bestimmte Organisation, gewissermaassen ihre eigene topographische mikroskopische Anatomie. Die künftigen Forschungen werden in ganz exacter Weise die Regionen zu ermitteln und darzulegen haben, wo sich Nervenzellen mit zwei, drei, vier, fünf oder sechs dicken Fortsätzen, wo solche mit sieben und mehreren vorhanden sind, wo an einer einzigen Nervenzelle drei oder vier Fortsätze nach hinten oder nach vorn u. s. w. gerichtet sind, wo der Uebergang eines bestimmten Nervenzellen-Fortsatzes in die eine oder andere Nervenprimitivfaser eines bestimmten Nervenbündels, oder einer bestimmten Nervenwurzel, Statt findet, welche Nervenzellen mit benachbarten durch dicke Fortsätze verbunden sind, wo die dicksten und die weniger dicken Nervenzellen und Nervenprimitivfasern gelagert sind, aus welchen Nervenzellen bestimmte Nervenprimitivfasern der verschiedenen Nervenwurzeln entspringen, u. s. w. Ob und wann die Lösung dieser Aufgabe gelingen wird, das liegt natürlich sehr in Frage. Diese Aufgabe muss aber die Forschung sich selbst stellen; und wenn wir jetzt schon finden, dass z. B. in einem Querabschnitt aus dem Rückenmark, der durch eine ganz bestimmte Region fällt, z. B. durch die Austrittsstelle des untersten Fascikels der Nervenwurzeln für das erste, zweite, dritte Lumbarnervenpaar, oder jedes beliebige andere Nervenpaar, wenn wir — sage ich — an einem solchen Querabschnitt aus dem Rückenmark verschiedener Thiere einer und derselben Gattung finden, dass nicht blos die gröbere Configuration der grauen (wie der weissen) Substanz eine gleiche ist, sondern dass in dem einen wie dem andern Abschnitt die Configuration der Nervenzellengruppen, die Lagerung ganz vereinzelter Nervenzellen in grauen Hinterhörnern u. s. w., selbst die Richtung der Fortsäze solcher einzelner Nervenzellen, in den Abschnitten aus den verschiedenen Rückenmarken genau übereinstimmt, alsdann müssen wir wenigstens die theilweise Lösung der oben bezeichneten Aufgabe keineswegs zu den Unmöglichkeiten für die Wissenschaft stellen. Dass die definitive absolute Lösung stets ein Desiderium bleiben wird, möchte ein Jeder gerne zugeben, der, trotz Jahre langer Mühen zur Erforschung der Rückenmarks-Organisation, am Ende seiner Arbeit da steht, staunend vor dem Wunderwerke des allmächtigen Schöpfers, das er nur hie und da an einem kleinen Fragmente begreifen, nimmer aber bis in das Innerste klar erkennen zu lernen vermag.

Historisches und Critisches

über das gegenseitige Verhältniss der genuinen nervösen Elemente des Rückenmarks.

In dem Folgenden werde ich die Ansichten der verschiedenen Forscher in derselben Reihe betrachten, in welcher ich die betreffenden Verhältnisse im Vorstehenden selbst erörtert habe. Ich werde also zuerst über die betreffenden Fragen, so weit sie auf die weisse Substanz Bezug haben, hiernach über diejenigen in Bezug auf die graue Substanz reden.

A. Das gegenseitige Verhältniss der genuinen nervösen Elemente der weissen Substanz betreffend.

1. Das gegenseitige Verhältniss der Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks betreffend.

Dass die sämmtlichen Nervenprimitivfasern der weissen Substanz isolirt verlaufen, und durch Bindegewebe mit einander verbunden seien, — ist wohl die Ansicht aller meiner Vorgänger. Es scheint mir überflüssig, dieselben speciell hier aufzuführen. Es genüge, Kölliker's Ansicht hier statt aller übrigen mitzutheilen. Kölliker sagt über den Verlauf und die Endigung der Nervenprimitivfasern im Allgemeinen: „Der Verlauf der Nervenfasern ist 1) isolirt, so dass eine Faser vom Centrum bis zur Peripherie verläuft; oder 2) es theilen sich die Fasern, vorzüglich in ihrer Endausbreitung, in eine grössere oder kleinere Anzahl von Aesten; oder 3) sie bilden wirkliche Anastomosen und Netze (in ihren Endausbreitungen)“ [30]). Kölliker versteht hier begreiflicher Weise unter Centrum sowohl das Rückenmark wie das Gehirn, und es folgt selbstverständlich hieraus, dass Kölliker statuirt, dass eine und dieselbe Nervenprimitivfaser vom Gehirn an, durch das Rückenmark hindurch, bis zu ihrer peripherichen Endausbreitung isolirt verlaufe [31]).

Kölliker's Ansichten (und diejenigen aller übrigen Forscher seit Ehrenberg und Valentin) weichen also in so fern von den meinigen ab, als sie eine Verbindung von feinsten Elementen benachbarter Nervenprimitivfasern läugnen, jede Nervenprimitivfaser gleichsam — ähnlich einem durch eine nicht leitende Hülle isolirten electrischen Drathe — ganz abgesondert von der andern betrachten. Ich habe zu häufig schon auseinandergesetzt, dass diese Annahmen nur die Folge ungenügender mikrotomischer Präparation, resp. Vergrösserungen sind. Die Ansichten Bidder's und seiner Schüler habe ich oben (p. 746, ff., 840, ff.,) ausführlich erörtert, und ich kann daher diesen Gegenstand als genügend besprochen verlassen.

2. Den Wechsel im Durchmesser oder die Verschmälerung der Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks betreffend.

Bereits Valentin (1836, l. c.) hatte angenommen, dass die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz — von der Eintrittsstelle der Nervenwurzeln in dieselbe an — sich verschmälerten, und dass diese Verschmälerung im weiteren Verlaufe gegen die graue Substanz hin, resp. in dieser selbst, zu-

[30]) Kölliker, Gewebelehre. 2. Aufl. 1854. p. 91.

[31]) Kölliker vereinigt in Bezug auf die Endausbreitung gewissermaassen die Valentin-Wagner'schen Ansichten, indem er sowohl Nervenendigung durch Theilung, wie durch Anastomosen-Bildung annimmt.

nehme. Valentin sagt: „Die Scheiden (der Primitivnervenfasern), welche in den peripherischen Nerven am stärksten sind, werden kurz vor dem Eintritte (der Nerven) in die Centraltheile schon dünner, und erhalten im Rückenmark eine grössere Zartheit als in der Peripherie, in dem Gehirn eine grössere als in jenem“, l. c. p. 185 u. a. O. [32]). Valentin bezieht die Verdünnung also auf die Scheide der Nerven-Primitivfasern (Axencylinder statuirt er nicht), nicht auf das sog. Mark, incl. des Axencylinders.

Valentin giebt (1836, l. c.) eine Abbildung der allmähligen Verdünnung der Scheide der Nervenprimitivfasern bei'm Eintritt letzterer in das Rückenmark, aus der pars thoracica des Menschen-Rückenmarks [33]). Die Vergrösserung ist höchstens (bei Fig. 18) 200; die verschiedene charakteristische Stärke der Scheide ist also nicht genau wahrnehmbar; und selbst an der Fig. 18*, — wo die einzelne Nervenfaser wohl 400-fach vergrössert abgebildet ist, und wo man bei *a.* die Faser ausserhalb der Dura mater, bei *b.* die auf der Oberfläche des Rückenmarks verlaufenden Nervenfasern, bei *c.* die varicösen Fasern, welche schon Bestandtheile des Rückenmarks bilden, sieht, — nicht charakteristisch.

Da es genügend bekannt ist, dass der varicöse Zustand einer Nervenprimitivfaser die Folge einer Zerrung ist, so kann begreiflicher Weise auch der varicöse Zustand der Fasern nicht passend sein, um eine genaue Vorstellung von der Verdünnung einer Faser nach ihrem Eintritt ins Rückenmark zu erlangen. Valentin zog hier von einem Artefact einen unzulässigen Schluss auf den natürlichen Zustand. Von der Hülle der Primitivfaser an ihrem varicösen Theil ist in Valentin's Abbildung gar nichts wahrzunehmen. — Die damaligen Anschauungen Valentin's, welche dieser Forscher wohl heute selbst nicht mehr genügend findet, können daher nicht für die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen gelten, und es ist wohl nur die Folge ungenügender Präparation, wenn man so auffallende Verdünnungen von Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz gewahrt. Die Messungen an Chromsäurepräparaten zeigen, dass die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz des Rückenmarks denen der Nervenwurzeln meist an Dicke nicht nachstehen, und es ist eine Verdünnung der Nervenprimitivfasern im Sinne Valentin's allerdings nicht zu statuiren.

Dieser Ansicht sind auch die neueren Forscher; vor Allen spricht sich Kölliker hierüber specieller aus. Er sagt: „Der Durchmesser“ (der Primitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks) „ist bei einer und derselben Faser offenbar stets annähernd derselbe, indem in der weissen Substanz weder Theilungen, noch ein sonstiger Wechsel der Nervenröhren im Durchmesser sich findet“ [34]). — Diese Angabe stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein.

Dagegen widerspricht sich Kölliker gleich nachher, indem er von den Fasern der Commissura anterior sagt: „Die sich kreuzenden Fasern messen 0,0012—0,003''', und nehmen bei'm Ausstrahlen in die vorderen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab“ (ibid.).

Es fragt sich hier, ob Kölliker den geringeren Durchmesser erst innerhalb der grauen Substanz beobachtete, oder noch bevor die betreffenden Fasern die grauen Vorderhörner erreicht haben; in letzterem Falle fände sich der Widerspruch.

In jedem Falle aber muss Kölliker hiernach die Annahme statuiren, dass eine und dieselbe Faser einen verschiedenen Durchmesser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs hat, und zwar einen schmäleren in der grauen, einen breiteren in der weissen Substanz. Nach Kölliker tritt in die weisse vordere Commissur ein Theil der vorderen Nerven-

[32]) Die Verdünnung der Scheide jeder einzelnen Primitivnervenfaser zwischen Pia mater und der Eintrittsstelle in das Rückenmark (oder Hirn) beschreibt Valentin 1836 (Nova Acta, XVIII. pag. 86, 87). Die noch grössere Verdünnung innerhalb des Rückenmarks selbst bezeichnet Valentin ibid. pag. 155. Endlich die stärkste Verdünnung der Scheiden im Gehirn ibid. p. 155, 162. „In der grauröthlichen Substanz ist die Scheide so zart, dass sie in der Regel nicht isolirt wahrgenommen wird. Immer aber ist sie zellgewebiger Natur.“

[33]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C., p. 226. Tab. IV. Fig. 18, 18*.

[34]) Kölliker, Mikroskop. Anatomie, p. 412. Gewebelehre, 1. Aufl., p. 276; 2. Aufl., p. 293.

wurzeln ein; dass diese während ihres Laufs durch die weissen Vorderstränge zu den Fasern breitester Gattung gehören, ist unbestritten; eben so die Fasern in der Commissura anterior selbst. Demnach müssten diese Fasern während ihres Durchtritts durch das graue Vorderhorn ihren Durchmesser verschmälern, diesseits und jenseits aber verbreitern.

Meine Beobachtungen stimmen damit nicht überein. Ich finde die Nervenprimitivfasern der Commissura anterior im Menschen- und Säugethier-Rückenmark viel breiter als Kölliker angegeben hat (s. oben, p. 837 u. p. 846). Ausserdem ist es sowohl in grauer Substanz, wie in der vorderen Commissur nicht mit absoluter Sicherheit möglich, eine Verschmälerung einer Nervenprimitivfaser zu diagnosticiren, weil das, was man für Verschmälerung hält, nur zu oft ein Artefact ist. Misst man die betreffenden Nervenprimitivfasern an feinen Abschnitten, so findet man sie oft mutilirt, oder ihre gegenseitigen Verbindungen (durch die feinsten Elementarröhrchen) gestatten nicht, eine genaue beiderseitige Gränze festzustellen.

Von den Nervenwurzeln sagt Kölliker: „Ihre Nervenröhren besitzen . . . so wie sie in das (Rücken-) Mark eingetreten sind, alle Charaktere centraler Fasern [d. h. feinere, kaum erkennbare Scheiden] .. verschmälern sich nachweisbar immer mehr, um schliesslich mit einem (von 0,004—0,008‴ der hinteren Wurzeln, resp. 0,006—0,11‴ der vorderen Wurzeln, auf 0,0012—0,0028‴, resp. 0,004‴ bei den vorderen Wurzeln) verringerten Durchmesser in die graue Substanz zu treten“ [35]).

Nach Kölliker verschmälern sich also auch die Fasern der Nervenwurzeln gleich bei'm Eintritt in die weisse Substanz, und in dieser allmählig mehr, bis zum Uebergang in die graue Substanz. Ich habe oben, p. 678 u. ff. p. 680, nachgewiesen, dass an solchen Präparaten (feinen Abschnitten), in denen man die einzelnen Nervenprimitivfasern der Nervenwurzeln in Continuität durch die weisse Substanz hindurch bis in die graue verfolgen kann, eine Verschmälerung derselben nicht mit Sicherheit wahrgenommen werden kann, d. h. von der Eintrittsstelle in das Rückenmark an betrachtet. Ueberdies sind, nach meinen Messungen (s. o., p. 845, 846), die Nervenprimitivfasern in den grauen Vorder- und Hinterhörnern im Allgemeinen breiter, als Kölliker angegeben. Ich kann daher mit Kölliker's Ansicht von der progressiven Verschmälerung der Nervenprimitivfasern (von den Wurzeln bis zur grauen Substanz) nicht übereinstimmen.

Ueber die Verschmälerung des Durchmessers der Primitivnervenfasern der sensiblen Wurzeln des Rückenmarks sagt Kölliker ferner an andrer Stelle: „Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufs durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis zu 0,008‴, in der Substantia gelatinosa nie über 0,004‴, in der Substantia spongiosa 0,001—0,003‴, in den grauen Commissuren nur 0,0008—0,0012‴, in den Hinter- und Seitensträngen wieder 0,0012—0,004‴, wobei jedoch zu bemerken, dass hier die Zunahme bei den horizontal in diese Stränge eindringenden Röhren anfänglich noch nicht zu bemerken ist, wie namentlich senkrechte Schnitte in der Richtung von innen nach aussen durch die hinteren Hörner lehren. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. bei'm Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz, direct zu beobachten“ [36]).

Ich kann auch über diese Angaben Kölliker's nur wiederholen, dass ich die Dimensionen der Nervenprimitivfasern (siehe oben, p. 678, ff., 846) im Allgemeinen grösser fand, als Kölliker angiebt. Ausserdem aber nimmt Kölliker ohne sicheren Grund schmale Fasern für die unmittelbaren Fortsetzungen breiter Nervenprimitivfasern an. Denn an feinsten Abschnitten, welche allein zu Dimensionsbestimmungen einzelner Nervenprimitivfasern tauglich sind, ist es nicht möglich, eine und die

[35]) Kölliker, Mikroskop. Anat., p. 412, 413. Gewebelehre, 1. Aufl., p. 276; 2. Aufl., p. 294.

[36]) Kölliker, Mikroskop. Anat., p. 422. Gewebelehre, 1. Aufl., p. 281; 2. Aufl., p. 298.

nämliche Nervenprimitivfaser aus einer hinteren Nervenwurzel durch die weissen Hinterstränge hindurch bis in die gelatinöse oder spongiöse Substanz, geschweige denn bis in die hintere Commissur, zu verfolgen und die Dicke dieser einen Nervenprimitivfaser zu messen. In so feinen Abschnitten sind die hinteren centralen Nervenbahnen vielfach durch den Schnitt getrennt, also nicht mehr in Continuität mit den betreffenden Nervenprimitivfasern der grauen Substanz, die man für deren Fortsetzungen ansehen mag.

Wenn endlich Kölliker die Verschmälerung des Durchmessers der Primitivfasern der motorischen Wurzeln noch besonders hervorhebt, so kann ich auch hierin nicht mit ihm übereinstimmen. Kölliker sagt: „Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den Vorder- und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufs (durch die graue Substanz nämlich, Vorderhörner) die meisten, vielleicht alle, namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen . . anfänglich im Mittel 0,002—0,004‴, in der vorderen Commissur kaum über 0,003‴, in der grauen Substanz kaum über 0,002‴, und eben so verhält es sich mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie horizontal verlaufen, kaum über 0,002‴ messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben bei'm Eintritt in's Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern, und bei'm Anschlusse an die longitudinalen Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen“ [37]).

Hier ist aber die Frage: sah Kölliker an einer und derselben Faser erst die Verschmälerung, dann die Verdickung? Ich muss, nach dem Ergebniss meiner Untersuchungen, behaupten, dass man solches im Rückenmarke evident zu sehen nicht im Stande ist. Man kann niemals in genügend feinen Abschnitten mit Sicherheit auf so weite Strecken, wie Kölliker's Maassbestimmungen gehen, eine und die nämliche Nervenprimitivfaser in ungetrennter Continuität verfolgen, also nicht eine und die nämliche Nervenprimitivfaser aus dem weissen Seitenstrang z. B. durch die ganze graue Substanz hindurch bis in den weissen Hinterstrang, u. s. w. Die vergleichende Messung der Nervenprimitivfasern in weissen Strängen, und der andern (angeblich continuirlichen) in der grauen Substanz ist also wohl illusorisch. An solchen feinen Abschnitten aber, in denen man eine einzelne Nervenprimitivfaser von der weissen Substanz aus bis in die graue hinein evident verfolgt, sah ich (bei Säugethieren) niemals eine auffallende Verschmälerung (s. oben p. 680). — Ausserdem finde ich die Nervenprimitivfasern der weissen Stränge im Allgemeinen dicker, als Kölliker angiebt (siehe oben p. 836), häufig so dick als die dicksten Nervenprimitivfasern der Spinal-Nervenwurzeln (siehe oben p. 678).

Alles zusammengenommen kann ich also — wenn ich auch zugebe, dass die Nervenwurzeln nach ihrem Eintritt in's Rückenmark sich verschmälern (siehe oben p. 680) — doch nicht mit Kölliker annehmen, dass im Rückenmark selbst, in grauer wie in weisser Substanz, ein so auffallender Wechsel im Durchmesser, eine so entschiedene Verschmälerung und nachherige Verbreiterung aller einzelnen Nervenprimitivfasern eintrete, wie das Kölliker behauptet hat.

Die Ansichten Bidder's und seiner Schüler habe ich oben (pag. 842) mitgetheilt. Dieselben können füglich keinen Wechsel im Durchmesser der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks statuiren, da sie nur den Axencylinder als die eigentliche Nervenprimitivfaser ansehen, die Umgebung aber als Bindegewebe.

[37]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850. p. 419. Dasselbe sagt Kölliker in der 1. Aufl. seiner Gewebelehre, p. 279, 280; ebenso in der 2. Aufl. p. 296.

Ob während der verschiedenen Lebensverhältnisse eine schmale Nervenprimitivfaser sich vergrössern, eine breite sich verschmälern kann, ist eine Frage, die ich wohl bejahen möchte. Es ist nicht anzunehmen, dass ein Element, einmal entstanden, durch das ganze Leben hindurch sich in seinen Dimensionsverhältnissen ganz und gar unverändert erhalten sollte. Es tritt gewiss, wie in den Epithelien und allen übrigen organischen Theilen, so auch in den Elementen des Nervensystems während der verschiedenen Lebensphasen eine Regeneration, eine Veränderung, während des Stoffwechsels oder der Metamorphose ihrer feinsten Molekule ein. Das betreffende Element erreicht seine höchste Ausbildung, und von diesem Momente an geht darin die Rückbildung vor sich, bis zu einem gewissen Grade, um sich alsdann wieder von Neuem auszubilden. Eben so, wie mir scheint, in der Nervenzelle. Eine kleine kann vielleicht sich vergrössern, eine grosse sich verkleinern. Das Wie? ist aber noch unentschieden. Wenn aber ein Wechsel im Durchmesser bei der Nervenprimitivfaser zugegeben wird, so kann man nicht die Hülle der Nervenprimitivfasern allein (wie Valentin früher glaubte) als diesem Wechsel unterworfen betrachten, sondern in allen gröberen Formbestandtheilen der Nervenprimitivfaser (Axencylinder, Nervenmark und Hülle) muss alsdann diese Metamorphose zugestanden werden.

Alles, was in eben genannten Beziehungen von den Nervenprimitivfasern des Rückenmarks bei Menschen und Säugethieren gilt, muss selbstverständlich auch von denen andrer Thierklassen angenommen werden. Meine Vorgänger haben über diese Fragen sich nicht speciell ausgelassen. Nur eine Bemerkung von Owsjannikow gehört vielleicht hierher.

Owsjannikow sagt von den Fortsätzen der Nervenzellen im Rückenmarke des Petromyzon, welche hier als identisch mit den Nervenprimitivfasern der weissen Substanz betrachtet werden (l. c. p. 22): „Quae fibrae et intra medullam spinalem et extra 0,003''' par. aequant, postea vero, nervorum vaginis inclusae, 0,007''' par. sunt." Diese Dimensionsangaben Owsjannikow's stimmen in gewisser Beziehung (siehe oben p. 836) auch mit den Ergebnissen meiner Messsungen überein, obwohl ich auch viel dickere Nervenprimitivfasern in den centralen Bahnen der vorderen Spinalnerven des Petromyzon fand. Jedenfalls müsste aber Owsjannikow zugeben, dass nach seinen Messungen — im Vergleiche mit den Nervenwurzeln — eine Verdünnung der Primitivfasern des Rückenmarks gar nicht Statt findet, eine Beobachtung, welche mit den meinigen im Ganzen übereinstimmt. Denn „extra medullam spinalem" kann doch nur von den Nervenwurzeln gesagt sein.

3. Die Theilung der Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks betreffend.

Theilung der Nervenprimitivfasern in den Centraltheilen, also auch im Rückenmark, läugnet Valentin[38]). Dass auch die Ergebnisse meiner eignen Beobachtungen mit denen Valentin's übereinstimmend sind, habe ich oben (p. 926) bereits bemerkt.

Theilung der Nervenprimitivfasern in den Centraltheilen, resp. im Rückenmark, läugnet auch R. Wagner[39]). Er sagt: „Dass niemals Theilungen von Primitivfasern im Rückenmark, so wenig als im Gehirn, vorkommen . . ist eine Thatsache."

Theilung der Primitivfasern im Rückenmarke läugnet auch Kölliker[40]). Er sagt: „Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern so wenig als sonst wo im Marke eine bestimmte Andeutung."

Ferner sagt Kölliker: „In der weissen Substanz (des Rückenmarks) finden sich weder Theilungen, noch ein sonstiger Wechsel im Durchmesser der Nervenröhren" [41]).

[38]) Valentin, in: Nova Acta, XVIII. 1836. p. 88. [39]) R. Wagner, Neurol. Unters. 1854. p. 166.
[40]) Kölliker, Mikrosk. Anatomie. 1850. p. 420. Eben so: Gewebelehre, 1. Aufl., p. 280; 2. Aufl., p. 296, 297.
[41]) Kölliker, Mikrosk. Anatomie. 1850. p. 412. Gewebelehre, 1. Aufl., p. 276; 2. Aufl., p. 293.

In der Mikroskopischen Anatomie, p. 427, und fast mit denselben Worten in der 1. Aufl. seiner „Gewebelehre", 1852, sagte Kölliker: „Ob die Nervenröhren im Marke Theilungen zeigen, ist noch nicht ganz ausgemacht. Was Remak [42]) als Theilungen in der Substantia gelatinosa beschreibt, sind Theilungen der Fortsätze der Zellen, doch scheint er auch wirkliche Nervenröhren getheilt gesehen zu haben, obschon die Sache keineswegs über allen Zweifel erhaben war. Doch glaube ich solche einmal an einer dunkelrandigen Röhre, ein anderes Mal an einem isolirten Axencylinder gesehen zu haben. Auf jeden Fall können solche Theilungen nicht häufig sein, sonst hätte ich dieselben öfter sehen müssen, da ich eine Unzahl von Nervenröhren und Axencylindern gerade auf diesen Punkt untersuchte. Von den letzteren (Axencylindern) sieht man solche von $1/_{10}'''$ Länge in Menge ohne Spur von Theilung, aber selbst $1/_3 - 1/_2'''$ lange, wie man sie hie und da erhält, bieten nichts der Art dar, wie denn auch Czermak [43]), der im Marke des Störes Axencylinder von mehr als einer Linie darstellte, nichts von Theilungen derselben meldet" [44]).

An anderen Stellen seiner Schriften spricht sich Kölliker über die Theilung der Nervenfasern in den Centralorganen des Nervensystems wieder abweichend aus. So läugnet Kölliker [45]) zwar Theilung der Nervenprimitivfasern für das Gehirn; für das Rückenmark aber giebt er sie zu [46]), jedoch in einer negativen Weise; er sah „einmal eine Andeutung einer Spaltung" (gegen Ehrenberg, Volkmann, E. H. Weber, Hessling [47]), E. Harless [48]), Schaffner [49]) u. A.).

Es dürfte aus allen diesen Angaben so viel mit Gewissheit hervorgehen, dass auch Kölliker in der weissen Substanz des Rückenmarks niemals die Theilung von Nervenprimitivfasern in der Weise sah, dass er solche als ein über alle Zweifel erhobenes Factum erklärt, im Gegentheil nur in ganz ungewisser Weise von Theilung redet. Ich kann, nach meiner Erfahrung, auch nur sagen, dass ich niemals eine Theilung einer Nervenprimitivfaser in der weissen Rückenmarks-Substanz mit Sicherheit beobachtet habe.

Die übrigen Beobachter auf diesem Felde haben sich nicht specieller über diese Frage ausgelassen. Auch nicht Bidder und seine Schüler. Da aber Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 26) von den Axencylindern behaupten, dass sie „mitunter gabelförmig sich theilen, ohne hierdurch in ihrem Durchmesser verkleinert zu werden", so nehmen Bidder und Kupffer vielleicht auch Theilung der Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks an; jedoch reden sie davon nicht in positiver Weise.

Ueber das Verhältniss der Nervenprimitivfasern zu den vereinzelten Nervenzellen der weissen Substanz des Rückenmarks hat keiner meiner Vorgänger sich speciell ausgesprochen.

B. Das gegenseitige Verhältniss der genuinen nervösen Elemente der grauen Substanz betreffend.

In dem Folgenden haben wir, wie bei der weissen Substanz, die Angaben der verschiedenen Forscher über das gegenseitige Verhältniss der Nervenprimitivfasern zu einander, dann dasjenige der Nervenzellen zu einander, und endlich dasjenige der Nervenzellen zu den Nervenprimitivfasern zu besprechen.

[42]) Remak, Observationes, p. 17.
[43]) Czermak, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. II. p. 107.
[44]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 283.
[45]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl., p. 303; 2. Aufl., p. 322, 323. [46]) Kölliker, Mikrosk. Anat. II. 1. p. 481.
[47]) Hessling, in: Froriep's Notizen, 1849, April; Jena'sche Annalen. 1. St. p. 283.
[48]) E. Harless, ibid. p. 284. [49]) Schaffner, in: Henle u. Pfeufer's Zeitschrift für ration. Medicin. IX.

1. Das gegenseitige Verhältniss der Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz, deren Wechsel im Durchmesser, Theilung etc. betreffend.

Ueber diese Punkte habe ich nur wenige Bemerkungen zu machen. Den isolirten Verlauf der Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz nehmen die verschiedenen Beobachter gewissermaassen als selbstverständlich eben so an, wie in der weissen Substanz (siehe oben Rud. Wagner's, Kölliker's u. A. Ansichten). Was die Angaben der verschiedenen Autoren über den Wechsel im Durchmesser der Nervenprimitivfasern der grauen Substanz betrifft, ist ebenfalls oben schon (siehe p. 932, ff., Kölliker's Ansichten) besprochen worden. Nicht minder musste auch die Frage über die Theilung der Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz schon (s. oben p. 936) berührt werden. Es scheint mir überflüssig, noch einmal in eine specielle Erörterung hierüber einzugehen. Ich schliesse daher mit folgender Bemerkung:

Ich habe allerdings in der weissen Substanz des Rückenmarks nie Theilung von Primitivfasern gesehen. Es fragt sich aber, ob eine Theilung derselben in der grauen Substanz geläugnet werden kann. Wagner, Kölliker u. A. geben die dichotomische, trichotomische, primäre, Theilung eines Ganglienzellen-Fortsatzes, und dann die abermalige zweite, dritte und mehrmalige Theilung dieser Bifurcationsäste bis zu den allerfeinsten Dimensionen zu; Wagner giebt auch deren Uebergang in Primitivfasern zu. Es muss also Stellen geben, wo man nicht mehr entscheiden kann, was ist Primitiv-Faser, was Ganglienzellen-Fortsatz. Ausserdem ist es mir wahrscheinlich, wenn solches auch bis jetzt nicht mit genügender Evidenz dargelegt werden kann, dass feinste Ausläufer verschiedener Nervenzellen und Nervenprimitivfasern (Elementarröhrchen) neue Nervenprimitivfasern bilden, indem sie von verschiedenen Punkten her sich aggregiren. Dieser Umstand würde also in gewissem Sinne die Annahme einer Theilung von Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz rechtfertigen. Ueberdies ist die Theilung der Nervenprimitivfasern in allen oder fast allen peripherischen Endausbreitungen ein so allgemeines Vorkommen, dass wohl auch eine Theilung feinster Primitivfasern in den Centraltheilen des Nervensystems, resp. in der grauen Substanz des Rückenmarks, bis jetzt noch nicht mit aller Sicherheit ausgeschlossen werden dürfte, obwohl von den Fasern der breitesten Gattung auch in der grauen Substanz des Rückenmarks allerdings diese letztere negirende Behauptung aufgestellt zu werden vermag.

2. Die Verbindung zweier benachbarter Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks durch einen dicken, gleichmässig breiten, oder ungetheilten Fortsatz betreffend.

Bereits Valentin beschreibt dieses Verhältniss bei Wirbellosen. In den Ganglien des Bauchstrangs des Blutegels fand Valentin [50]) zwei grosse Ganglienkugeln, die durch einen Fortsatz mit einander verbunden waren. Valentin hält diese Verbindung selbst für eine ächte nervöse, nicht durch Zellstoff bewirkte. In jeder Kugel ist zwar ein Nucleus, aber nicht der Nucleolus abgebildet. Die Verbindung peripherischer Ganglienzellen durch eine Commissuren-artige Verbindung scheint Valentin 1836 auch bei Wirbelthieren gesehen zu haben. Er sagt zwar, die Verbindung zweier Ganglienkugeln geschehe durch ihre Hülle, und er bildet solches aus dem Ganglion Gasseri (Tab. VII, Fig. 50) ab; der Fortsatz besteht anscheinend nur aus der zellgewebigen Scheide. Da aber Valentin damals noch nicht die Fortsätze der Ganglienkugeln annahm, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass Valentin hier die wirklichen Nervenzellen-Fortsätze für die Fortsätze der Scheide hielt [51]). Die brückenartige

[50]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. XVIII, p. 236. Tab. VIII. Fig. 62.
[51]) Valentin, in: Nova Acta A. N. C. 1836. XVIII, p. 184 und an früheren Stellen.

Commissur zwischen zwei Ganglienkugeln bestätigte Valentin auch aus späteren Untersuchungen [52]). Commissuren-artige Verbindungen von Ganglienkugeln beschreibt Valentin auch 1839 [53]), und er bemerkt hier besonders, dass das Gewebe der Commissur, „wie die Ganglienkugel selbst, aus einer granulirten Masse mit einem sehr hellen Bindemittel besteht.“

Die Verbindung mehrerer Nervenzellen des Rückenmarks durch feine Fortsätze sah auch Remak bereits 1837 [54]): „Von den . . . Kugeln der grauen Substanz des Rückenmarks entspringen mehrfache Bündel von sehr durchsichtigen, nicht röhrigen Fasern, die sich mitunter sehr bald in ihre Elemente zersplittern und zum Theil die zerstreut liegenden Kugeln mit einander in Verbindung setzen. Dasselbe findet im Allgemeinen an den Kugeln aller Ganglien Statt, mit dem Unterschiede, dass hier blos von einer Seite der Kugel ein Bündel von übrigens ähnlich beschaffenen Fasern entspringt, und dass die dicht gelagerten Kugeln durch kurze, feine, knotige Fasern mit einander verbunden werden.“ Noch deutlicher aber beschreibt Remak den Zusammenhang zweier Nervenzellen durch eine Commissur im folgenden Jahre [55]), wo er sagt: „in junioribus animalibus saepe globuli gemini observantur, qui commissura satis ampla secum cohaerent . . .“ Die Verbindung zweier solcher grossen Nervenzellen durch eine kurze breite Brücke bildet Remak auch ab: Observat. anat. 1838. Taf. 1. Fig. 11, A. D.

Harless (l. c. p. 285) vermuthet, dass bei Torpedo die Fortsätze der Ganglienzellen auch letztere unter einander verbinden. Er sah solche aber noch nicht. Diejenigen Verbindungsfäden, welche er zwischen zwei Nervenzellen sah, hielt er für Bindegewebsfibrillen, und nicht für präformirte Commissuren zweier Zellen (p. 286).

Stannius [56]) dagegen fand die Einlagerung zweier Nervenzellen in die Continuität einer Nervenfaser in sehr benachbarter Strecke (pag. 142) „in der Ganglienmasse an der Basis vom Stamme des N. maxillaris superior bei Spinax acanthias“, und bildet solches Tab. IV. Fig. 12 ab. Auch sah er 1850 [57]) die Fortsätze zweier verschiedener centralen Ganglienkörper anscheinend mit einander anastomosiren, im Rückenmarke von Petromyzon, doch ohne völlige sichere Ueberzeugung. Die Verbindung von Ganglienzellen durch Fortsätze sah später Stannius aber auch im Petromyzon-Rückenmark [58]).

Rudolph Wagner bestätigte den Zusammenhang der grossen Nervenkörper durch zwei Fortsätze in den Centraltheilen des Nervensystems [59]) im Jahre 1850. Er sagt: „In seltenen Fällen gelang es selbst, eine Faser kurz nach einander, wie in Stannius' Fall, mit zwei Ganglienzellen verbunden zu sehen. Ausser dem Menschen zeigte mir Dr. Leuckart in einer gemeinschaftlichen Untersuchung auch bei'm Hunde eine solche Ansicht, die dafür sprach.“ Ebendaselbst (pag. 51) sagt auch Rud. Wagner, dass er im menschlichen Gehirn „Zwillingskörper, d. h. zwei verwachsene Ganglienzellen“ in seltenen Fällen gesehen habe. Diese letzterwähnte Beobachtung gestattet freilich nur anzunehmen, dass hier gar kein oder nur ein sehr kurzer Fortsatz zwischen zwei Ganglienzellen befindlich war. Diese Beobachtungen erweiterte Wagner 1851. Von den multipolaren Nervenkörpern im electrischen Gehirnlappen des Zitterrochens sah Wagner den Theil ihrer Fortsätze, welcher nicht in Nervenfasern übergieng, die einzelnen Ganglienzellen, bald näher, bald entfernter liegende, unter einander in Verbindung setzen. „Dies Factum“, sagt Wagner, „haben wir mit aller möglichen Bestimmtheit eruirt. Es gelang uns, die zart granulirten Verbindungsfäden zwischen je zwei Ganglien-Körpern seilartig anzuspannen und die beiden Ansatzpunkte zugleich zu überschauen“ [60]).

[52]) Valentin, Repertorium. 1838. III. Bd. p. 76. [53]) Valentin, in: Müller's Archiv. 1839. p. 142. 153, 154.
[54]) Remak, in: Froriep's Notizen, 1837. III. Bd. p. 216. [55]) Remak, Observ. anat. 1838. p. 10.
[56]) Stannius, peripher. Nervensystem der Fische, 1849.
[57]) Stannius, 1850, l. c.; siehe auch R. Wagner's Neurol. Untersuchungen. 1854. l. c. p. 91.
[58]) Stannius, Verjüngerungsvorgänge im thier. Organ. Rostock 1853. p. 16.
[59]) R. Wagner, Neurol. Untersuch. etc. 1854. p. 48. [60]) R. Wagner, Neurol. Untersuchungen, p. 112.

Auch in den folgenden Jahren [61]) bestätigte Wagner dieses Factum immer häufiger. Er sagt: „Solche neuerdings wiederholt angezweifelte Verbindung von je zwei Ganglienzellen [62]) habe ich an vielen Orten, namentlich im Rückenmark, in der Ala cinerea, im Locus coeruleus, im Locus niger Soemmerringii gesehen, und zwar mit völliger Sicherheit es kommt jeden Winter hier vor, dass einige Studirende solche Präparate herstellen."

Wagner bildet den Zusammenhang grosser Nervenzellen durch einen dicken gemeinschaftlichen Fortsatz in seinen „Icones physiolog." Tab. XIV. Fig. VI u. VIII, ab. Auch in seinen „Neurol. Untersuchungen" 1854, Tab. I. Fig. 1. u. 2.

Die Verbindung der grossen Nervenzellen untereinander nimmt auch Clarke (l. c. 1851) an; er sagt von denen der „posterior vesicular columns": „they are also connected with each other..."

Auch Bidder stimmt schon 1854 für den Zusammenhang der Ganglienzellen untereinander. Er sagt in einer brieflichen Mittheilung an R. Wagner [63]): „Die Zellen beider Seitenhälften (des Rückenmarks) hängen durch Verbindungsfasern zusammen — das sind die Commissuren." Diese Aeusserung ist zwar nicht geeignet, Bidder's Angabe an diesem Orte anzuführen; denn der Zusammenhang einer Ganglienzelle der linken Seitenhälfte mit einer solchen der rechten Seitenhälfte des Rückenmarks ist vorerst noch nicht als eine evident zu demonstrirende Thatsache zu adoptiren.

Auch Kölliker sah die Verbindung zweier Ganglienzellen durch einen Commissur-artigen Fortsatz [64]). Er spricht von „mehrfach gesehenen, durch Verbindungsfäden zusammenhängenden Zellen" in dem Centralnervensystem junger Thiere. Eben so, dass er die von Remak und Valentin „als nicht gerade selten vorkommend beschriebenen Verbindungen zweier Zellen bei jungen Geschöpfen" ebenfalls bestätigen kann. Kölliker führt dies Factum an als Beweis für die Vermehrung der Zellen durch Theilung. Wir nehmen aber hier blos Act von der Thatsache.

Auch in seinen späteren Schriften spricht Kölliker von den Verbindungsfäden zwischen zwei Nervenzellen. So sah er dieselben bei jungen Säugern nicht selten [65]). Er betrachtet sie auch hier wiederum wie zwei Kerne einer Zelle, als Beweis selbstständiger Vermehrung der Nervenzellen. Von den Zellen des Gehirns und Rückenmarks nimmt Kölliker den Zusammenhang (anastomosirende Zellen) durch Ausläufer aber nicht an [66]). Er bezweifelt zwar R. Wagner's Angaben nicht, dass diejenigen Ausläufer von Nervenzellen, welche nicht in dunkelrandige Fasern übergehen, die einzelnen Nervenzellen unter einander in Verbindung setzen, und somit giebt Kölliker gewissermaassen das Factum zu; er spricht sich dagegen nur aus, weil er seine Ansicht, dass freie Ausläufer dieser Nervenzellen existiren, nicht aufgiebt, und weil die Thatsachen für Wagner's Ansicht zu spärlich seien. Indessen geht hier Kölliker offenbar zu weit in seiner Skepsis. Die freien Ausläufer seiner Fortsätze sind Artefacte, durch Zerzupfen der Präparate, durch Ausziehen oder Ausschälen mit Nadeln entstanden, worüber weiter unten genauer. Dieselben haben, streng genommen, keinen genügenden Sinn für die Wissenschaft, und dass diese Ausläufer blasse Nervenfasern seien, welche nach Bildung zahlreicher Verästelungen frei enden, und auf andere Nervenmassen einwirken, „da Nervenfasern auch auf Muskeln, Drüsen etc. influenciren, ohne mit denselben in Continuität zu sein" das ist jedenfalls eine Hypothese, die der zu grossen Skepsis Kölliker's gegenüber wiederum als zu gewagt erscheinen muss.

[61]) Wagner, 1854. l. c. p. 163. Anmerkung. [62]) S. Kölliker's Handb. der Gewebelehre, p. 303.
[63]) R. Wagner, Neurolog. Untersuchungen, 1854. p. 164. Note.
[64]) Kölliker, Mikrosk. Anatomie. II. 1850. p. 535.
[65]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl., p. 331; 2. Aufl., p. 353.
[66]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl., p. 303; 2. Aufl., p. 323.

Anastomose von Nervenzellen fand auch Corti in der Retina des Elephanten in ganz unzweideutiger Weise, und zwar stellte er vier mit einander zusammenhängende Zellen dar [67]).

Den Zusammenhang der Ganglienzellen durch Fortsätze untereinander behauptet auch noch ferner im Jahre 1854 R. Wagner [68]) gegen Remak, welcher in seiner neueren Abhandlung [69]) solche nicht gefunden zu haben angab. Wagner meint, es sei schwieriger, diese Faserfortsätze wahrzunehmen, als die Fortsätze der Ganglienzellen, welche Nervenfasern bilden.

Zwei grosse Nervenzellen, durch einen Fortsatz verbunden, bildet 1854 auch Förster ab, aus der Lendenanschwellung des Rückenmarks eines (von Paralyse afficirt gewesenen) Menschen [70]).

Die Verbindung mehrerer Nervenzellen durch eine Commissur fand Metzler im Vogel-Rückenmark (pag. 32): „certissime observare potui, cellulas binas ternasve processibus suis inter sese connexas esse." Metzler hat sich gehütet, gewisse Schein-Commissuren für wirkliche zu halten, „saepe quidem cellulae tam prope altera alteri positae sunt, alteriusque processus usque ad alterius peripheriam aut ultra extenditur, saepe remotiorum cellularum processus ita alter super alterum tendunt, vel utriusque fines ita inter se contingunt, ut imago offeratur, quae ad nexus directi speciem quam proxime accedat." Durch Hülfe der Schwefelsäure konnte Metzler die Sache entscheiden „quum tela turgescat, elementa, quae antea alterum juxta alterum sita erant, jam inter se discedunt, quo facto, utrum inter ea nexus existat nec ne, luculenter apparet."

Metzler giebt hier eine recht naturgetreue Schilderung des Verhaltens der Nervenzellen-Fortsätze; und wenn die Schwefelsäure in der von Metzler beschriebenen Weise in den betreffenden Fällen wirkt, was ich aber aus eigner Erfahrung noch nicht weiss, so würde die Anwendung dieses Hülfsmittels zur Entscheidung der betreffenden Frage recht brauchbar in gewissen Fällen sein.

Die Verbindung der Nervenzellen durch Fortsätze unter einander sah Schröder v. d. Kolk (l. c. p. 28) sehr häufig („dat dit geen de minsten twijfel kan overlaten"). Indess bemerkt v. d. Kolk, dass es nicht eben leicht ist, diese Sicherheit zu erlangen („Intusschen is het niet gemakkelijk deze volkomene zekerheid te verkrijgen", p. 28), weil die feinen Blutgefässnetze in der grauen Substanz oft die Täuschung veranlassen, als liefen helle Ausläufer derselben in die Zellen selbst hinein, während sie um sie herum laufen; aber durch Chlorcalcium erlangen die Capillargefässe einen eigenthümlichen stark hervorstechenden Begränzungsrand, der sie von den Nervenfasern unterscheidet. V. d. Kolk fand (l. c. p. 29) 1) zwei Ganglienzellen nahe oder dicht bei einander durch einen sehr dicken Fortsatz verbunden (Fig. 1, a, a′, bei 100-facher Vergrösserung); 2) zwei entfernter von einander liegende Zellen durch einen Fortsatz verbunden, welcher über die nächste Ganglienzelle hinwegläuft, ohne mit dieser zusammenzuhängen; 3) zuweilen hängen die Zellen mit mehr als einem Verbindungsfaden zusammen. Er fand es aber unmöglich, alle Ausläufer der Zellen zu verfolgen, da viele abgeschnitten sind, und viele Fortsätze von höchster Feinheit („dunne draden van de hoogste fijnheid") sich in dem Netzwerk verlieren, so dass sie nicht weiter verfolgt werden können. Am besten sah v. d. Kolk diese Verbindungen in dem Rückenmarke (Lendenanschwellung) der Kuh, in den meisten Querabschnitten. Die Verbindung der Ganglienzellen unter einander beschreibt v. d. Kolk auch p. 38.

Die unendlich mannichfache Verbindung der Nervenzellen-Fortsätze in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks nimmt auch Lenhossék (p. 9) an.

Den Zusammenhang der Nervenzellen durch dicke Fortsätze läugnet Remak [71]) dagegen in neuester Zeit, und giebt solche, wenn überhaupt, nur zwischen entfernt liegenden Zellen zu.

[67]) Corti, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift. Bd. V. 1854. p. 92.

[68]) R. Wagner, Neurol. Unters. p. 183. [69]) Remak, in: Monatsberichte der Berliner Akademie. 1854.

[70]) Förster, Atlas der mikrosk. pathol. Anatomie. 1854. 4°. Taf. XV. Fig. 8. (mit Kalkkörnchen durchsetzt).

[71]) Remak, s. Hirschfeld, l. c. 1856 p. 20.

Während Kupffer 1854 den Zusammenhang der Nervenzellen einer Seitenhälfte des Rückenmarks bei Fröschen (l. c. pag. 30) niemals mit genügender Deutlichkeit gefunden zu haben behauptet, „nunc segmentum minus pellucidum, nunc massae cinereae particulae, cellularum complexum obscurantes, impedimento fuerunt, quominus cylindri lineas in cellulae limites transire certo mihi persuaderem —“ was jedenfalls eine grosse Umsicht Kupffer's beweist — ist Kupffer später zu entgegengesetzter Ansicht gelangt. Bidder und Kupffer sprechen sich nämlich in neuester Zeit in ganz entschiedener Weise für diesen Zusammenhang aus. Die Fortsätze, welche zwei benachbarte Nervenzellen verbinden, finden Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 63) „fast in jedem Rückenmarks-Segmente.“ „Wir haben .. nicht selten .. drei, vier, und mehrere Zellen mit einander zusammenhängen sehen.“

Ich habe mit Evidenz eine so vielfache Verbindung nie gesehen; allerdings dem Scheine nach; auch glaube ich, dass es so ist; aber unsere jetzigen Hülfsmittel genügen nicht, diese Verbindungen als unzweifelhaft darzulegen.

Vereinigung zweier Nervenzellen der beiden entgegengesetzten Seitenhälften im Frosch-Rückenmark läugnet Kölliker auch 1857 [72]).

Die Communication der Nervenzellen in einer und derselben Seitenhälfte des Rückenmarks durch dicke Fortsätze nimmt auch Jacubowitsch (1857, l. c. p. 2, 22) an.

Es möge genügen, die genannten Beobachtungen und Ansichten angeführt zu haben, um zu zeigen, dass unter den heutigen Forschern immer noch eine gewisse Unsicherheit herrscht über die Zulassung einer Verbindung der grossen Nervenzellen einer Seitenhälfte des Rückenmarks durch breite Fortsätze. Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen ist es mir erklärlich, dass Kölliker diese Verbindung centraler Nervenzellen läugnet; denn ich sah solche nur einige Male mit Evidenz unter vielen Tausenden von Präparaten, resp. in feinen Abschnitten aus den Centraltheilen des Nervensystems. Hannover, welchem ich eins dieser Präparate zeigte, fand hierin den evidenten bejahenden Beweis der Frage. Häufiger fand ich in feinen Abschnitten eine grosse Nervenzelle, deren dicker Fortsatz nach kurzem Verlauf ein keulenförmiges, mehr oder weniger dickes, unregelmässig geformtes Ende zeigte; letzteres war evident das Fragment einer andern grossen Nervenzelle, die durch den Schnitt mutilirt war, weil sie in anderer Ebene lag, als in der, welche der Fortsatz durchlief. Streng genommen liefern auch solche Präparate den Beweis des Zusammenhangs zweier Nervenzellen durch einen Fortsatz; jedoch ist dieser Beweis natürlich viel stricter, wenn man die beiden betreffenden Nervenzellen, mit Nucleus und Nucleolus, möglichst unverstümmelt in einer Ebene liegend, durch einen dicken Fortsatz verbunden sieht, wie ich das Hannover'n zeigte. Auch bei der Untersuchung frischer Rückenmarks- und Hirntheile ist es mir nur ein einziges Mal gelungen, zwei, mittelst eines dicken und langen Fortsatzes zusammenhängende, Nervenzellen grösster Gattung aus dem Hypoglossuskern des Ochsen unter dem Dissections-Mikroskop von Schiek dergestalt zu isoliren, dass ich mittelst der Nadel, welche den Verbindungszweig der Zellen fasste, beide Zellen auf dem Objectglas in den verschiedensten Richtungen durch das Sehfeld hin und her zu ziehen im Stande war. Bevor ich zur Kenntniss dieser verschiedenen Thatsachen gelangte, war ich gegen die Verbindung zweier Nervenzellen (in den Centraltheilen) durch breite Fortsätze eben so misstrauisch, als Kölliker es war und ist. Nach Feststellung dieser Thatsachen wäre es aber gänzlich ungerechtfertigt, diese Verbindung nicht als eine sehr häufig im Central-Nervensystem vorkommende (auch wohl eben so zahlreiche oder noch zahlreichere, wie Schröder v. d. Kolk, Bidder und Kupffer es darstellen, nur nicht so leicht und sicher nachzuweisende) ansehen, oder gar die derartigen Beobachtungen anderer Forscher bezweifeln zu wollen. Eine positive Thatsache widerlegt hier Tausende von negativen, um so mehr, als die Erforschung auf diesem Felde eine so

[72]) Kölliker, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. IX.

schwierige ist. — Es muss demnach der Zusammenhang benachbarter Nervenzellen durch dicke Fortsätze in der grauen Rückenmarks-Substanz sämmtlicher Thierklassen als unbezweifelbare Thatsache betrachtet werden. Ich rede hier aber nur von der Verbindung der Nervenzellen-Fortsätze einer und derselben Seitenhälfte des Rückenmarks. Die Verbindung eines Nervenzellen-Fortsatzes der rechten Seitenhälfte mit einem Nervenzellen-Fortsatz in der linken Seitenhälfte des Rückenmarks habe ich niemals gesehen, und in Betreff dieses Punktes muss ich mit Kölliker gegen Bidder u. A. einstimmen.

3. Die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze in der grauen Substanz des Rückenmarks betreffend.

Die Theilung der dicken Fortsätze der Nervenzellen betreffend, so habe ich oben von gewissen Fortsätzen behauptet, dass sie entweder benachbarte Zellen, ohne sich vorher auffallend getheilt oder an Dicke merklich abgenommen zu haben, mit einander verbinden; oder — und dies gilt von der Mehrzahl bei den centralen Zellen — sich grob bifurcatorisch theilen, und auch ausserdem an zahllosen Punkten feinste Verästelungen (Elementarröhrchen, mehr oder weniger vereinzelt) aussenden, bis sie in lauter Elementarröhrchen aufgelöst sind, welche als solche in Nervenprimitivfasern oder in Nervenzellen entfernter oder naher Gebiete eintreten; oder endlich — ohne sich zu theilen (wie bei den meisten Zellen in den Spinal-Ganglien), oder nur nach den ersten Theilungen — in Nervenprimitivfasern übergehen. Betrachten wir die Arbeiten und Ansichten meiner Vorgänger über diese Verhältnisse, so finden wir allerdings eine oft schroff sich entgegenstehende Verschiedenheit derselben.

Dass Nervenzellen-Fortsätze in den Centralorganen sich theilen, das fand schon Purkinje[73]). Er bildet Bifurcationen und eine Trifurcation der Fortsätze ab, und sagt, dass sie „die abenteuerlichsten Gestalten zeigen." Nach der Veröffentlichung der Purkinje'schen Arbeiten ist die Existenz der Theilung der Nervenzellen-Fortsätze bald behauptet, bald geläugnet worden. Ich lasse mich absichtlich nicht auf die ausführliche Mittheilung aller hierüber geäusserten Meinungen ein. Nur die für meinen Zweck hier wichtigeren in Betreff der Theilung der Nervenzellen-Fortsätze im Rückenmark will ich berühren.

Die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze im Rückenmarke nimmt auch Clarke an . . „which divide and subdivide into smaller branches, so that the space between them appears to be occupied by a minute network of the most delicate fibrils." Todd und Bowman (1847), Kölliker (1850—55), und viele Andre sahen die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze in den Centralorganen und bildeten sie ab; Kölliker's Ansichten über diesen Punkt sind an verschiedenen Stellen dieser Schrift (siehe oben p. 862, ff., und p. 865) mitgetheilt, daher ich eine Zusammenstellung derselben hier unterlasse. Rud. Wagner sah ebenfalls die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze im Rückenmark (und Gehirn) und giebt davon bildliche Darstellungen. Die Theilung hat bald näher, bald entfernter von dem Ganglien-Körper ihren Anfang; Abbildung einer Theilung nahe der Nervenzelle giebt R. Wagner, 1854, l. c. Tab. II. Fig. 6. Tab. I. Fig. 1. 2. 4; in grosser Entfernung vom Zellenkörper: Tab. I. Fig. 3. Fig. 4.

Die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze im Vogel-Rückenmark fand Metzler (p. 34) meistens dichotomisch, oder selten trichotomisch.

Im Rückenmark der Fische (Petromyzon) fand Stannius 1850[74]) „deutliche Theilungen in grosser Entfernung von den Ganglienkörpern . .; sie ramificiren sich in 2—3 Aeste, diese wiederum in neue; sie verlieren sich gegen die Peripherie hin; in sehr weiter Entfernung vom Centrum erkennt man oft ihre feinkörnige Textur nicht." Mit allen diesen Angaben stimmen die Resultate meiner eigenen Untersuchungen überein.

[73]) Purkinje, in: Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Prag. 1838. p. 179. Fig. 16, 18.

[74]) Stannius, in: Göttinger Anzeigen, 1850, l. c.; R. Wagner, Neurol. Unters. p. 83, 90, 91.

Die Theilung der Fortsätze der Nervenzellen bei Fischen läugnet dagegen Owsjannikow (1853, l. c. p. 33) „. . . non possumus, quin corpuscula gangliosa apolaria . . vel ramulos diffissos arte producta esse censeamus", und diese Negation der Theilung der Nervenzellen-Fortsätze ist später von Bidder und einigen seiner Schüler auf die Nervenzellen-Fortsätze des Rückenmarks aller Thierklassen ausgedehnt worden.

Indess scheint es mir, dass gerade bei Petromyzon auf Längsabschnitten die Theilung der Fortsätze der spindelförmigen Nervenzellen am ersten erhellt, indem sie gegen die vordere, resp. seitliche Oberfläche des Rückenmarks hin rasch sich verdünnen, was doch wohl nur durch Theilung oder Ausläufer möglich ist.

Nach Owsjannikow behauptet Kupffer (1854, l. c. p. 21), zufolge seiner Untersuchungen, dass die Fortsätze der grossen Nervenzellen überhaupt nicht in feinste Fasern ausgehen und sich nicht theilen, gegen Kölliker; jeder Fortsatz bildet vielmehr, nach Kupffer, nur einen Axencylinder einer Primitivfaser. „Quivis harum cellularum ramulus speciem axis cylindri .. offert, nec equidem unquam, id quod Kölliker in animalium superiorum hominisque medulla sibi observavisse videtur, ramulum paulatim accuminari in finemque tenuem liberumque exire, vel adeo fasciculi adinstar in fibras tenuissimas diffindi videbam."

Kupffer läugnet also die bifurcatorische Theilung der Nervenzellen-Fortsätze und ihre Verdünnung über 0,003'''. Es ist aber, nach meinen Erfahrungen, am Frosch-Rückenmark eine sichere Thatsache, dass sich gewisse Fortsätze theilen und in's Feinste verdünnen, obwohl zugestanden werden muss, dass man auf feinen Abschnitten aus dem Frosch-Rückenmark die Theilung eines Zellen-Fortsatzes niemals mit Sicherheit gewahrt. Dieser Umstand ist daher meines Erachtens auch die Ursache, dass in der neuesten Zeit Kölliker selbst keine Verästelungen der grossen Nervenzellen-Fortsätze im Frosch-Rückenmark fand [75]).

Am entschiedensten sprechen sich aber Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Arbeit (1857) gegen die Existenz der Theilung der Nervenzellen-Fortsätze im Rückenmark aller Thierklassen überhaupt aus. Die von Kölliker (u. A.) „hervorgehobene Theilung, Verzweigung und fortgehende Verästelung der Zellen-Fortsätze" halten nämlich Bidder und Kupffer (1857, l. c. pag. 59) „theils für ein Kunstproduct, theils für das Resultat der Verwechselung von Bindegewebs-Körperchen und deren Ausläufern mit Nervenzellen und deren Fortsätzen." Die an frischem Rückenmark mit Nadeln ausgebreitete graue Masse zeigt auch, nach Bidder und Kupffer, getheilte Fortsätze der Nervenzellen, „nie sind uns dagegen solche Theilungen an Chromsäurepräparaten begegnet; hier läuft jeder von einer Nervenzelle ausgehende Fortsatz, .. selbst dann, wenn er sich durch die ganze Dicke des Rückenmarks verfolgen lässt, immer ungetheilt und ungeschmälert weiter."

Meine Erfahrungen sprechen direct hiergegen. Ich finde Theilungen und Verschmälerungen der grossen Nervenzellen-Fortsätze auch an Chromsäurepräparaten, aber nicht etwa blos an Petromyzon und Torpedo Raja, sondern im Rückenmarke des Menschen und der Säugethiere, Vögel u. s. w., dergestalt, dass — nach meiner Erfahrung — über die Existenz dieser Theilungen kein Zweifel herrschen kann. Dass die Theilung der Nervenzellen-Fortsätze ein Kunstproduct sei, ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil man mit aller Mühe es nicht dahin bringen wird, einen Nervenzellen-Fortsatz absichtlich mittelst Nadeln etc. zu theilen. Viel eher reisst der Fortsatz ab, als dass es gelingt, ihn zu zertheilen.

Metzler, obwohl er die Theilung zugiebt (p. 34), läugnet, dass die Nervenzellen-Fortsätze nach der Theilung (Bifurcation oder Trifurcation) sich verdünnen oder zuspitzen, sondern . . „ut in

[75]) Kölliker, 1857, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zoologie. IX.

ortu suo e cellulis capiendo paulo crassiores sunt brevique post spatio paululum attenuantur, ita per totum decursum posteriorem aequabili crassitie praeditos esse vidi. Post diffissionem autem unusquisque processûs ramulus eadem est crassitudine, qua processus, ex quo exiit."

Diese Ansicht wird aber leicht widerlegt, wenn man z. B. die Nervenzellen im Rückenmark des Menschen, des Kalbes, oder im Lobus electricus cerebri des Raja Topedo durch Zerzupfen isolirt. Hier sieht man, wie die Aeste der Fortsätze dünner sind als der Stamm. Bei Untersuchung der Nervenzellen-Fortsätze an feinen Segmenten ausschliesslich kann man allerdings leicht zu Metzler's Anschauung gelangen.

Die Theilung der dicken Nervenzellen-Fortsätze nimmt auch Jacubowitsch (1857, p. 2) an. Er fand (p. 22), dass dieselben sich „sehr oft und deutlich theilen."

4. Das anatomische Verhältniss zwischen Nervenzellen und Nervenprimitivfasern im Rückenmark, resp. den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in Nervenfasern betreffend.

Indem ich die Theilung gewisser grosser Fortsätze der centralen Nervenzellen bis zu ihrer gänzlichen Auflösung in die feinsten Röhrchen oder Fasern vorerst als eine von den Anatomen wohl kaum bestrittene Thatsache keiner weiteren Besprechung unterziehe, wende ich mich zur Betrachtung des Verhaltens derjenigen Fortsätze der Nervenzellen, von welchen ich oben behauptet habe, dass sie, ohne vorhergängige Theilung oder nach den ersten Bifurcationen, in Primitivnervenfasern übergehen. Indem ich hier mit Absicht eine genauere geschichtliche Darlegung dieser Streitfrage übergehe, weise ich auf die Schrift von Bidder[76]) und vorzugsweise auf den Aufsatz Kölliker's[77]) in Betreff des Geschichtlichen hin.

Nur einige, zum Theil von früheren geschichtlichen Darlegungen abweichende, kurze Bemerkungen mögen hier Platz finden.

Den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen (1837) zuerst entdeckt und hierauf als auf ein allgemeineres Gesetz (wenigstens in den sympathischen Ganglien) hingewiesen zu haben, bleibt Remak's unbestreitbares Verdienst[78]). Er giebt zwar nur den Ursprung der organischen und nicht der dunkelrandigen Nervenfasern damals an, obwohl er auch schon den Axencylindern breiter Fasern ähnliche („fibris primitivis satis similes, p. 9) Fasern von den Nervenzellen entspringen sah; und selbst einige Jahre später (1841) ist Remak[79]) noch misstrauisch gegen den unmittelbaren Uebergang der dunkelrandigen Primitivfasern in die Gehirnzellen (Ganglienkugeln). Es ist ihm deren Uebergang in die längeren oder kürzeren blassen Fortsätze derselben wahrscheinlicher. Seine früheren Angaben, wie die Valentin's, hält er für die Folge mangelhafter Präparation; ibid. (pag. 515) sagt Remak: „Ob die blassen Fasern des Rückenmarks (in gelatinöser und grauer Substanz) irgendwo in die Primitiv-Röhren, oder in die Fortsätze der Ganglienkugeln, oder in beide übergehen, kann ich nicht angeben." In neuerer und neuester Zeit ist aber Remak bekanntlich wieder von dieser Ansicht zurückgekommen[80]) und nimmt den unmittelbaren Uebergang der Ausläufer der Nervenzellen, in allen Theilen des Nervensystems, als ein so allgemeines Gesetz in so weitem Umfange an, dass Kölliker, vielleicht nicht ganz mit Unrecht, hier eine Verwechselung nervöser Elemente mit Bindegewebefasern von Seiten

[76]) Bidder, Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. 1847. 4.
[77]) Kölliker, Neurol. Bemerkungen, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. I. p. 135—162.
[78]) Remak, in: Froriep's Notizen, 1837, Nr. 48; Observation. anatom. 1838. p. 9.
[79]) Remak, in: Müller's Archiv, 1841, p 510.
[80]) Remak: über multipolare Ganglienzellen, in: Monatsber. der K. Akad. der Wissensch. in Berlin. Januar 1854.

Remak's voraussetzt. Bei einem so gewandten und in der feinsten Zergliederung des Nervensystems so geübten Forscher, wie Remak ist, hat jedoch dieser Einwurf seine grossen Bedenken, und die Zukunft hat deshalb die endgültige Entscheidung zu bringen.

Nach Remak ist von Hannover die Verbindung von Nervenzellen und Nervenfasern behauptet worden. Hannover stellte nämlich 1840 [81]) die Ansicht als höchstwahrscheinlich auf, „dass der Ursprung der Gehirnfasern von den Gehirnzellen, und ihre durch das ganze Leben bleibende Verbindung mit jenen Centralgebilden" Statt finde. Er sagt darüber nach seinen Erfahrungen an Chromsäure-Präparaten: „ich habe so vielfältige Male diese Beobachtung gemacht, dass bei mir fast kein Zweifel an der Richtigkeit dieser interessanten Erscheinung obwaltet." Dass Hannover sich vor Täuschung bewahrt habe, geht aus seinen eignen Warnungen hervor: „Man hüte sich, eine mit einem Faden versehene und umherschwimmende Varicosität für die Gehirnzelle mit ihrer Gehirnfaser zu halten; man sehe nicht die körnigen, oft sehr langen Fortsätze und Schwänze der Zellen für Fasern an. Die Faser, die von der Zelle ausgeht, muss als Faser erscheinen (das beste Criterium ist, wenn sie an einigen Stellen varicös geworden ist), und die Zellen müssen einen bestimmten, deutlichen Kern enthalten. Den Ursprung der Fasern von den Nervenzellen behauptet eben so positiv Hannover 1844, in seinen „Recherches", p. 11: „les fibres cérébrales ont leur origine des cellules cérébrales" (p. 33 u. a. O.), und giebt zahlreiche Abbildungen; zwar sind es nicht dunkelrandige Fasern, die er abbildet; indessen vermindert das den Werth von Hannover's Angaben nicht, seit man weiss, dass blasse Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Fasern sich fortsetzen, dass dunkelrandige Nervenfasern (durch Theilung) sich in blasse umwandeln und ihre Doppelcontouren verlieren u. s. w. Ausserdem sagt Hannover (p. 12), dass das Verhältniss am klarsten erkannt werde „lorsqu'on voit une cellule parfaitement formée avec son noyau et une fibre, qui en sort variqueuse." Dass Hannover sich auch vor Verwechselung mit dem über oder unter einer Zelle liegenden Faserende gehütet habe, geht überdies aus seiner speciellen Warnung vor solcher Verwechselung, und aus den Cautelen, die er giebt, eine solche zu erkennen, deutlich hervor (pag. 12). Dass der Faserursprung durch die Contour der Zelle von letzterer bald geschieden erscheint, bald nicht, sagt Hannover pag. 33. Die Bedeutung der Beobachtungen Hannover's, den Ursprung der Nervenprimitivfasern aus den Nervenzellen der Centralorgane betreffend, erkennt auch Kölliker [82]) an [83]).

Nach Hannover's ersten Mittheilungen machte Helmholtz 1842 [84]) seine Untersuchungen des Nervensystems wirbelloser Thiere bekannt, durch welche er documentirte, dass in den Ganglien des Flusskrebses, Blutegels u. s. w. ein evidenter Zusammenhang von Nervenfasern mit Nervenzellen angenommen werden müsste, resp. dass die Fortsätze der Nervenzellen wegen ihrer physikalischen Beschaffenheit (resp. Gleichheit mit den Nervenfasern) als Nervenfasern zu betrachten seien. Zwei Jahre später veröffentlichte Kölliker die Resultate seiner Arbeiten über diesen Gegenstand, durch welche es immer entschiedener hervortrat, dass der Ursprung von Nervenfasern aus Nervenzellen ein allgemeines Gesetz der thierischen Organisation sei. „Die Fortsätze der Ganglienkugeln sind die An-

[81]) Hannover, in: Müller's Archiv, 1840. p. 555.

[82]) Kölliker, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems. 1844. p. 27 u. 30.

[83]) Den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen hatte auch wahrscheinlich 1840 schon Pappenheim gesehen (Dr. S. Pappenheim, die specielle Gewebelehre des Gehörorgans etc. Breslau 1840. 8. p. 51. Note). Er bemerkte bei Insekten (Notonecta) „im Gehirn vier runde Kugeln mit vieler unmessbarer Punktmasse, ausserdem mehrere ovale Körper, und von ihnen ausgehend Nervenprimitivfasern und Ganglienkugeln." Doch hatte Pappenheim die Wichtigkeit dieses Verhältnisses nicht erkannt, denn p. 73 stellt er noch unentschieden hin, „ob die Ganglien . . die Erzeuger der vegetativen Nervenfasern" sind. Eben so unbestimmt ist, was Pappenheim (l. c. p. 114) von „Ganglienkugeln, die durch Fäden in sichtbarer Verbindung mit dem Sympathicus stehen", sagt, und endlich bildet er die Ganglienkugeln (z. B. Fig. 1) ohne Fortsätze ab.

[84]) Helmholtz, de fabrica systematis nervosi evertebratorum, diss. inaug. Berol. 1842.

fänge der Nervenfasern" sagt Kölliker[85]) von den feinen in den Ganglien entspringenden Fasern des Frosches, indem der „Fortsatz, der dicht an der Kugel, selten weiter davon ab als 0,015''', ziemlich plötzlich .. dunkle Contouren, leicht granulirten Inhalt, wellige Ränder .. bekommt, .. zu einer feinen Nervenfaser wird" (pag. 18). Eben so in den sympathischen Ganglien. Auch bei den höheren Wirbelthieren (pag. 22). Die Entdeckung des wirklichen Zusammenhangs der Nervenzellen mit dunkelrandigen doppeltcontourirten Nervenfasern muss gleichsam erst als durch diese Arbeiten Kölliker's hauptsächlich dargestellt hervorgehoben werden. Er fand 13 Mal den Zusammenhang dunkelrandiger Fasern mit Nervenzellen und bestätigte so auf das Sicherste, was früher nicht mit solcher Sicherheit bekannt war[86]). Kurz nach Kölliker, oder gleichzeitig mit ihm, kam auch Will an Wirbellosen (l. c. p. 92) zu der Ueberzeugung, dass[87]) „die Nervenkörperchen mit einfachen röhrigen Anhängen als Anfänge oder Enden von Nervenprimitivfasern zu betrachten sind." Auch Todd und Bowman[88]) sahen Fortsätze der Nervenzellen nach mehrfacher Verästelung in sehr durchsichtige Fasern übergehen.

Im Jahre 1846 veröffentlichte Harless[89]) seine Untersuchungen am Lobus electricus cerebri des Torpedo, wie oben mitgetheilt worden ist, ohne jedoch mehr Sicherheit über diese Punkte zu geben als bisher. Erst im folgenden Jahre, 1847, als durch die gleichzeitigen Untersuchungen von Rudolph Wagner[90]), Robin[91]) und Bidder[92]) die auffallende Verbindung von Nervenzellen mit den Primitivfasern in den Nervenwurzeln verschiedener Fische (Rochen, Zitterrochen, Hecht etc.) entdeckt wurde — da schwand jeder weitere Zweifel über den wirklichen Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern mit Nervenzellen, so weit man die peripherischen Nerven im Auge hat. Hyrtl[93]), Radclyffe Hall[94]), welcher den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in varicöse Fasern zuerst sah, Beck[95]) u. A. lieferten noch verschiedene hierher bezügliche Beiträge, die jedoch von geringerer Bedeutung sind. Insbesondere mussten Beck's Abbildungen (die von einem sonst bekannten tüchtigen Zeichner, F. Wagner, in Stein gestochen sind) durch ihre, in der Natur niemals wieder erkennbare, Schärfe und Form einzelner Theile (z. B. des Nervenzellen-Parenchyms, welches aus lauter in fast concentrischen Reihen um den Nucleus herum geordneten, kreisrunden kleinen Figuren, wie kleine Perlen gezeichnet ist) eher Verdacht gegen die Richtigkeit seiner Anschauungen erwecken, als das Gegentheil. Indessen die bald folgenden Arbeiten Kölliker's[96]) wodurch (1847) gezeigt wurde, dass auch im Rückenmark des Frosches von einzelnen Nervenzellen dunkelrandige Nervenfasern entspringen (wodurch wieder Radclyffe Hall's

[85]) Kölliker, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems. 1844. p. 17.

[86]) Ausser den bereits von Kölliker mitgetheilten positiven Erfahrungen hatten auch die Untersuchungen Bidder's und Volkmann's (die Selbstständigkeit des sympath. Nervensystems etc. 1842. Leipzig. 4.) das Entspringen von Nervenfasern in Ganglien — also auch von Ganglienzellen — sehr wahrscheinlich gemacht, indem sie Remak's Ansichten, die sie als nichtig darzustellen suchten, wider ihren Willen bestätigten; indess sie hatten nicht, wie Remak, positive Thatsachen des gesehenen Zusammenhangs von Fasern und Zellen zu ihrer Stütze. — Auch hatte ich selbst 1843 (über die Medulla oblongata) und mehr noch 1846 (über den Pons Varolii) darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Nervenwurzeln aus den von mir als „Kerne" bezeichneten Haufen grosser Nervenzellen der Centralorgane entspringen. Wie sich aber die einzelne Primitivfaser zur einzelnen Nervenzelle verhielt, hatte ich damals noch nicht ermittelt.

[87]) Will, in: Müller's Archiv, 1844, p. 76 u. ff.

[88]) Todd and Bowman, Physiological anatomy and physiology of man. Vol. I. London 1845.

[89]) Harless, in: Müller's Archiv, 1846.

[90]) R. Wagner, Neue Untersuch. über den Bau und d. End. der Nerv. etc. Leipzig 1847. Fol.

[91]) Robin, Mémoire sur la structure des ganglions, in: l'Institut, 1847. Nr. 687–699; 1848. Nr. 733. Im Auszuge mitgetheilt in Froriep's und Schleiden's Notizen, II. Bd. p. 49. III. Bd. p. 312.

[92]) Bidder, zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Neue Beiträge etc. Leipzig. 1847. 4°.

[93]) Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie. Prag 1846 p. 121.

[94]) Radclyffe Hall, An experimental inquiry into the functions of the ophthalmic ganglion; in: Edinb. medical and surgical Journal. 1846. Octbr. p. 312.

[95]) Beck, über die Verbindung des Sehnerven mit dem Nasen- und Augenknoten etc. Heidelb. 1847. mit Abb.

[96]) Kölliker, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. I. Bd. l. c.

Meinung bestätigt wurde, der dies Verhältniss in den Centralorganen, nicht aber in den Ganglien gesehen haben wollte), deuteten immer mehr auf den Ursprung der Nervenfasern von den Nervenzellen, als auf ein allgemeines Gesetz im thierischen Organismus, sowohl in Ganglien wie in den Centren des Nervensystems hin. Die bald nachher veröffentlichten Untersuchungen von Valentin[97]), wodurch Wagner's, Robin's und Bidder's Angaben bestätigt wurden[98]), von Axmann (l. c. 1847), von Schröder van der Kolk[99]), von Lieberkühn (l. c. 1849) und von Stannius, der 1849 in seiner vortrefflichen Arbeit[100]) gleichfalls die Wagner-Bidder-Robin'schen Befunde in weitester Ausdehnng bestätigte, brachten immer mehr Material zur Aufstellung jenes Gesetzes. Doch war wohl kaum eine Mittheilung bedeutender, als die Rudolph Wagner's, welcher im Jahre 1850 (siehe unten) mit Leuckart und Anderen den Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern in den grossen Nervenzellen im menschlichen Gehirn fand. Hierzu kamen seit 1841 zahlreiche und bedeutungsvolle Arbeiten, wie die von Corti[1]), von Leydig[2]), im Jahre 1852 von Remak[3]), Stannius[4]), Leydig[5]),

[97]) Valentin, Handbuch der Physiologie. 2. Aufl. II. Bd. 1847. p. 606 u. a. a. O.

[98]) Den Uebergang der Fortsätze bipolarer Nervenzellen in dunkelrandige Nervenfasern fand (1847) auch Valentin (Grundriss der Physiologie, p. 600) an mehreren Wurzeln der Hirnnerven von Knochenfischen.

[99]) Schröder v. d. Kolk, Anteekeningen van het verhandelde in de Sectie voor Natuur- en Genees-Kunde van het provinciaal utrechtsch Genootschap, 26. Jun. 1848.

[100]) Stannius, das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. 4.

[1]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern fand Corti (recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères. première partie. Limaçon; in: Zeitschrift für wissensch. Zool. v. Siebold u. Kölliker. 1851. Heft 2. p. 134) in der von ihm sogenannten Habenula ganglionaris laminae spiralis cochleae. Den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen beschreibt Corti (Siebold u. Kölliker, Zeitschrift für wiss. Zool. III. p. 137. 1851): „On voit souvent . . . des cellules nerveuses . . pourvues d'un appendice à simples contours, qui se continue dans une fibre nerveuse à doubles contours. La gaine pourvue de noyaux, qui enveloppe les cellules, se prolonge et en enveloppe aussi l'appendice même, pendant une certaine étendue. Dans les cellules nerveuses unipolaires, que j'ai réussi à extraire de leur gaine sans en détacher aussi l'appendice . . j'ai observé, que l'appendice à simples contours devient une fibre nerveuse ordinaire à doubles contours, environ 0,002''' après son départ de la cellule." Ferner in der Retina (Corti, Beitr. z. Anat. der Retina; in: Müller's Archiv 1850. p. 274. Taf. VI.), wo er fand (Kölliker, mikr. Anat. II. p. 518), dass deren Fortsätze gabelförmig getheilt, schwach varicös und einfach contourirt, in die Fasern des Nervus opticus übergehen, welches letztere damals Kölliker nicht fand, aber 1853 nachgab.

[2]) Leydig (a. a. O. 1853, u. auch) 1851 in den Hörnerven der Chimära (Anat. der Chimära, in Müller's Archiv, 1851, Heft 3); in den Fasern der Antennen-Nerven bei Branchipus, in den (blassen) Hautnerven bei Carinaria. Nervenzellen in die Continuität der Hautnervenfasern eingeschaltet fand Leydig bei Carinaria (Anatom. Bemerk. über Carinaria, Firola und Amphicora, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. 1851. III p. 325. ff. Fig. 5. Taf. IX.). Die Ganglienkugel wird von dem sich verästelnden Nerven eingeschlossen, resp. liegt in dem verdickten Theilungswinkel des Nerven. Leydig vermuthet (p. 326), „dass Aufnahme von Ganglienkugeln in die während des peripherischen Verlaufs sich verzweigenden Nervenfibrillen ein allgemeiner Charakter der sensitiven Nerven sei."

[3]) Remak (structure de la rétine, 1852) hatte, noch vor Publication der Beobachtungen Corti's, der Berliner Akademie mitgetheilt, dass die multipolaren Ganglienzellen der Macula lutea und der Innenfläche der Retina mit varicösen, längsstreifigen Axenschläuchen der Sehnerven in Verbindung stehen. S. auch Henle, in: Canstatt's Jahresbericht, 1853. p. 48, und in den Pariser Comptes rendus. T. XXXVII. p. 663.

[4]) Die Nervenzellen in N. acusticus bei Menschen fand auch Stannius (Gött. Nachr. 17. 1853).

[5]) Den directen Zusammenhang doppeltcontourirter Nervenfasern mit den Fortsätzen multipolarer Nervenzellen fand auch Leydig im Gehirn der Rochen und Haie (Beiträge zur mikrosk. Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie, von Dr. F. Leydig. Leipzig 1852. p. 12). Er sagt von den grossen Nervenzellen des kleinen Gehirns bei Sphyrna, dass deren Ausläufer mit den als Axencylinder betrachteten Fasern dieses Organs völlig identisch seien, „und man wird geneigt, anzunehmen, dass die Axencylinder die Fortsetzung der Ausläufer der Ganglienkugeln seien. Einen solchen directen Zusammenhang habe ich aber mehrmals gesehen. Der Ausläufer einer Ganglienkugel (Tab. I. Fig. 8) setzte sich als Axencylinder fort, der nach längerem Verlauf, nachdem eine Fettscheide mit aufgetreten war, sich jetzt als doppeltcontourirte Nervenfibrille zeigte." Die von Leydig (Fig. 8) gegebene, nicht schematische, Abbildung weist dieses Verhältniss so unzweideutig nach, dass — wollte man auch hier eine Täuschung voraussetzen — keine mikroskopische Anschauung irgend als werthvoll oder als unverdächtig betrachtet werden könnte.

Den unmittelbaren Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern mit peripherischen Ganglienzellen bildet ebenfalls Leydig (Tab I. Fig. 9) aus dem Ganglion Trigemini von Scymnus lichia, und (Tab. IV. Fig. 9) aus dem Ganglion Vagi ab, und hatte solchen am Acusticus auch früher beobachtet (Müller's Archiv, 1851, l. c. p. 118), wie vor ihm Stannius (in den Gött. gel. Anz. 1850. Nr. 16) in der Bahn des Acusticus bei Knochenfischen, Fröschen, am Huhn, Kaninchen, Schaaf Ganglienzellen nachgewiesen hatte. Ich selbst habe auch bei Menschen 1843—1846 eine bedeutende Anhäufung von grossen Nerven-

Harless [6]), Corti [7]), Dobie [8]) und Schilling [9]); i. J. 1853 die Arbeiten von Kölliker u. Müller [10]) und R. Wagner [11]), Vintschgau [12]), Corti [13]); im folgenden Jahre die Arbeiten Kölliker's [14]), Schröder v. d. Kolk's [15]) und die von Bilharz [16]); ferner die von Remak [17]), von Leydig [18]),

zellen unmittelbar neben der centralen Bahn des Nervus acusticus gefunden, und habe dieses in meiner Schrift über den Pons Varolii p. 162 beschrieben und Tab. I. u. II. mz. abgebildet. Diese Beobachtung ist bis jetzt unberücksichtigt geblieben. Ich sagte l. c.: „An der Stelle, wo der Nervus acusticus in den Pons eintritt, zeigt derselbe eine Anschwellung, z, herbeigeführt durch eine grosse Anzahl mittlerer und grosser Nervenkörper, welche sich zwischen die äusseren Hörnervenwurzeln dieser Stelle einlagern. Ihre grösste Menge ist in der mit mz bezeichneten Stelle; indess finden sie sich auch weiter nach hinten, zwischen den einzelnen Faserbündeln, in grösserer oder geringerer Menge eingelagert. Diese Masse von Spinalkörpern giebt dem Hörnerv an dieser Stelle den Anschein einer gangliösen Anschwellung, und dem Beschauer leicht die Idee, dass an dem Hörnerv eine Wiederholung des Baues der hinteren Spinalnervenwurzeln, die Bildung eines Ganglion sichtbar sei, während die andere Wurzel, nn, als die vordere, sich an das Ganglion anlege . . .; die in höheren Schichten zunächst gelegenen centralen Hörnervenwurzeln bieten das Auffallende, dass sie mit grossen Spinalkörpern in Berührung stehen, analog den vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarks. Bei'm Kalbe sind die Spinalkörper der centralen Hörnervenwurzeln die grössten, welche mir bei diesem Thier zu Gesicht gekommen sind."

[6]) Dass von einer Nervenzelle an einer Seite eine dunkelcontourirte breite Faser abgeht, am entgegengesetzten Pole aber eine marklose feinere Faser entspringt, sah Harless (R. Wagner, Handwörterbuch, IV. p. 399, „Hören"), und bildet solches ab, skizzirt, Tab. II. Fig. 3.

[7]) Den Zusammenhang der Nervenzellen mit Nervenfasern sahen viele Beobachter, ausser den genannten; so Corti in der Ausbreitung der Gehörnerven auf der Lamina spiralis der Säugethiere (Habenula ganglionaris Corti) 1852; Harless in den Ampullen des Hechts; Pappenheim im Ramus cochlearis acustici; Stannius in Spinalganglien und im Stamme des Acusticus, im N. cochleae und vestibuli.

[8]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern beobachtete am Rochen Dobie (Edinb. monthly Journ. 1852. March. p. 281).

[9]) Schilling, de medullae spinalis textura etc. Dorpat 1852. 8. mit 2 Taf. Abb.

[10]) Kölliker und Müller (1853, Note sur la stucture de la rétine humaine. Comptes rendus. T. XXXVII. 26. Sept.), in der Retina des Menschen. Todd und Bowman (physiological anatomy and physiology of man. Vol. I. Lond. 1845) sahen Fortsätze der Nervenzellen nach mehrfacher Verästelung in sehr durchsichtige Fasern übergehen; überdies bemerken sie, dass diese Fasern varicös seien; dasselbe sah Radclyffe Hall (inquiry into the functions of the opthalmic ganglion etc. in Edinb. med. and surg. Journ. 1846. p. 312) und sie betrachten solches als Beweis des Uebergangs der Nervenzellen-Fortsätze in Nervenfasern; ähnlich Corti u. A.

[11]) R. Wagner (Gött. Nachr. 1853. 6. Neurol. Unters. 1854) fand auch den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in Nervenfasern in den Gehörnerven von Fischen. Im Vestibulum der Fische und Vögel hatte Wagner einmal eine Ganglienzelle auf einer Nervenfaser wie eine „Birne auf dem Stiele" aufsitzend gesehen.

[12]) de Vintschgau, in der Retina (Sitzungsber. der Wien. Akad. 1853. Decbr. Richerche sulla struttura microscopica della retina), stimmt gleichfalls für den Zusammenhang der Opticus-Fasern mit Nervenzellen der Retina, wie Kölliker, Müller, Remak und Corti. Vintschgau (l. c. p. 953) sagt über die Verbindung der Nervenzellen-Fortsätze mit den Opticus-Fasern in der menschlichen Retina: „Riguardo all' unione delle cellule nervee colle fibre ottiche, la quale venne già supposta dal Marchese Corti et da H. Müller, non posso dir' altro per confermare questa mia asserzione, che vidi di o vente partire dalle cellule dei processi assai lunghi, i quali presentavano quà e là delle chiare varicosità" Eben so deutlich sah es Vintschgau bei Vögeln (p. 961) u. s. w.

[13]) Den Zusammenhang der Nervenfasern mit Nervenzellen oder den Beweis, dass wirkliche Nervenfasern, zum Theil varicöse, von den Nervenzellen entspringen, fand Corti in der Retina des Elephanten (Siebold u. Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. V. p. 92. 1853. Taf. V. Fig. 2. 3). Kölliker bemerkt hierzu, p. 93: „Diesen wichtigen Beobachtungen von Corti zufolge stehe ich nicht im Geringsten an, es als bewiesen anzunehmen, dass ein Theil der Opticus-Fasern der Retina mit den Nervenzellen derselben verbunden sind."

[14]) Kölliker, in dem Nervus cochleae (Gratulationsschreiben an Tiedemann. Würzburg. 1854. 4).

[15]) Schröder v. d. Kolk, Anatomisch physiologisch Onderzoek over het fijnere Zamenstel en de Werking van het Ruggemerg. Amsterdam 1854. mit 3 Taf. Abb.

[16]) Bilharz entdeckte den von Ecker vermutheten Zusammenhang der colossalen Nervenfaser des electr. Organs des Zitterwelses mit der einen colossalen Nervenzelle im Rückenmarke (Freiburger Berichte 1854. Nr. 2, 5).

[17]) Die Identität von Nervenzellen-Fortsätzen mit Nervenfasern spricht Remak (Deutsche Clinik. 1854. Nr. 16) aus, indem er sagt, dass verästelte Fortsätze von Ganglienzellen an der Innenfläche der Retina die Eigenschaften von Nervenfasern haben.

[18]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern fand auch Leydig bei Räderthieren (Leydig, Räderthiere. 1854. p. 106).

von Owsjannikow [19]), von Kupffer [20]), dann die von Metzler [21]), und 1857 die gemeinschaftliche Arbeit von Bidder und Kupffer [22]) u. A.

Durch alle diese Beobachtungen war, so schien es, ein genügendes Material zusammengebracht, um den Schluss darauf zu gründen, dass überall, im centralen wie im peripherischen Nervensystem, die Nerven-Primitivfasern mit den Nervenzellen in unmittelbarem Zusammenhange stehen oder von denselben entspringen; ein Schluss, durch welchen die frühere Ansicht Valentin's von dem Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenzellen völlig umgekehrt wurde, dergestalt, dass schon Lieberkühn [23]) den Ausspruch that: „in gangliis spinalibus fibras transeuntes ita, ut um cellulis non cohaereant, non invenimus." Indessen ist unsere heutige Wissenschaft noch weit davon entfernt, das oben von mir angedeutete Verhalten der Nervenzellen zu den Nervenfasern als ein allgemein gültiges Gesetz für die peripherischen wie für die centralen Theile des Nervensystems zuzulassen. Hauptsächlich sind es die Fortsätze der multipolaren Nervenzellen der Centralorgane, gegen welche sich die stärksten Zweifel richten, und über deren Bedeutung die schärfsten Widersprüche noch ungeschlichtet sind. Ich stelle daher die Meinungen der verschiedenen Forscher in diesem Gebiete einander gegenüber, um die Widersprüche derselben, in Bezug auf das Verhalten der Fortsätze der centralen Nervenzellen (da über den Zusammenhang der peripherischen Nervenzellen mit Primitivfasern bei diesen Forschern kein Zweifel vorliegt), zu beleuchten und von hier aus der Entscheidung der Streitfrage etwas näher zu kommen.

[19]) Owsjannikow, Diss. de medull. spinal. in piscibus etc. Dorpat 1854.

[20]) Kupffer, de medull. spinal. textura in ranis. Dorpat 1854.

[21]) Metzler, de medullae avium textura, Dorpat 1855. — Allen diesen im Vorausgegangenen bezeichneten Arbeiten über den positiven Zusammenhang der Nervenfasern mit den Nervenzellen waren Vermuthungen, dass ein solcher Statt finde, vorausgegangen und häufig genug ausgedrückt worden. Grössere Wahrscheinlichkeit begann erst mit den bekannten Arbeiten von Retzius und Joh. Müller.

Dass die Ganglien Multiplicationsorgane für Nervenfasern sind, zeigte nämlich Johannes Müller (Physiol., 1834. Bd. 1. p. 590) an der hinteren Wurzel des Nervus hypoglossus des Ochsen; dieser Nerv ist gleich nach seinem Durchtritt durch das Ganglion auffallend stärker geworden. Von den Ganglien des Sympathicus behauptet Joh. Müller (ibid. p. 591) ein Gleiches. Auf den mikroskopischen Beweis führte Remak hin. Er war aber der Erste, welcher 1836 durch das Mikroskop feststellte (Müller's Archiv, 1836. p. 146), „dass bei den Fröschen im Ramus communicans sowohl von den Spinalnerven ein Nervenstrang zu dem N. Sympathicus, als auch einer von diesem zu jenen hinläuft." Bidder und Volkmann nehmen von dieser Arbeit Remak's keine Notiz, obwohl sie dieselbe gekannt haben müssen, wie das aus einer Stelle ihrer Schrift (l. c. p. 30, dem Schlusse des §. 25) hervorleuchtet. Sie gehen eben rasch über Remak's Angaben hinweg, indem sie solche, wie die organischen Fasern Remak's, als nicht zuverlässig bezeichnen, — jedoch ohne Gründe für ihren Ausspruch beizubringen. Während nämlich Bidder und Volkmann läugneten (l. c. 1. Abschnitt), dass die von Remak beschriebenen organischen Fasern zum Nervensystem gehörten, behaupten sie, dass die von Purkinje, Rosenthal und Pappenheim beschriebenen Fasern keineswegs mit Remak's Fasern identisch, sondern in der That sympathische Nervenfasern wären. Sie behaupten aber dieses ohne Gründe; denn dass Rosenthal und Purkinje (Diss. de form. granul. 1839) sich ausdrücklich gegen die Deutung der Remak'schen Fasern, als nervöser, ausgesprochen hätten, wie Bidder und Volkmann sagen, ist durch die Stelle Purkinje's und Rosenthal's widerlegt, die da lautet: „Jam sic hanc descriptionem nodulorum et corpusculorum nerveorum organicorum cum granulosa formatione in musculis, vasis, membranis, descripta comparamus, concedamus opus est, Remakium hic nervorum granulosam formationem delineavisse." Hieraus geht genügend hervor, dass Purkinje und Rosenthal die von Remak beschriebenen Gebilde als ächte nervöse ansehen. Noch klarer erhellt dieses aus einer Mittheilung Remak's in: Canstatt's Jahresb. über die Fortschritte der gesammten Medicin, 1842. 3. Heft, Physiol., p. 32, Note, nach welcher Purkinje erst bei Remak selbst die erste Kenntniss der organischen Fasern erlangt, und nachher an diese seine späteren Untersuchungen mit Rosenthal geknüpft hat.

Auch bekämpften Bidder und Volkmann die andere von Remak ausgesprochene Ansicht, dass die Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen, jedoch ebenfalls ohne Gründe. Remak hatte überhaupt (1838. observ. anat. p. 10, 11) bereits die wichtigsten Aussprüche gethan, welche auch Bidder und Volkmann als das Resultat ihrer Arbeiten hinstellen; z. B. dass die feinen (organischen) Fasern den grössten Theil der sympathischen Nerven bilden, dass die sympathischen Ganglien für wahre Centralorgane des sympathischen Nervensystems anzusehen sind, dass auch die Spinalganglien zum organischen Nervensystem gehören, dass die hinteren Nervenwurzeln sich hauptsächlich in die Haut begeben, wo die Zahl der organischen Fasern grösser ist als in den Muskelnerven u. s. w.

[22]) Bidder und Kupffer, Untersuch. über die Textur des Rückenmarks. 1857. 4.

[23]) Lieberkühn, l. c. pag. 11.

Nachdem R. Wagner an allen Spinalganglien des Rochens und Zitterrochens (Spinalganglien, Gangl. vagi, Gasseri etc.) gefunden hatte [24]), dass „eine jede Primitivfaser in der Nervenwurzel aus den Centraltheilen (Gehirn und Rückenmark) an eine Ganglienzelle tritt", — und Wagner es sogar für zweifelhaft hielt, ob es in den Ganglien Primitivfasern gebe, die nicht eine Verbindung mit einer Ganglienzelle eingehen, — behauptete derselbe: „Jede Ganglienzelle, die eine Primitivfaser, vom Centrum kommend, aufgenommen hat, giebt nach der Peripherie wieder eine Faser an ihrem entgegengesetzten Ende ab."

Rudolph Wagner stellte diese Behauptungen im Jahre 1847 auf, und fügte ausdrücklich noch hinzu: „Das Mark mit der doppelten Contour lässt sich zuweilen bis in die Zelle hinein verfolgen." Ferner: „Von den Ganglienzellen entspringen bald breite, bald schmale Fasern" p. 4. Wagner vermuthete damals ein gleiches Verhältniss bei Wirbelthieren und bei Menschen, und bestätigte solches durch spätere Untersuchungen [25]) nicht blos an Cerebrospinalganglien, sondern auch an den Ganglien des Sympathicus, wo er „an jeder Ganglienkugel eine eintretende und austretende Faser" fand.

Von dem Verhältniss in den Centraltheilen sagte Wagner: „.... es entspringen höchst wahrscheinlich von jedem der grossen Ganglienkörper immer mehr als zwei Primitivfasern"; doch vermuthet dieses Wagner nur, weil die Erkenntniss dieser Verhältnisse in den Centraltheilen (Lobus electricus cerebri des Zitterrochens) zu schwierig ist. Die Wahrscheinlichkeit dieses Verhaltens spricht Wagner ein Jahr später [26]) noch bestimmter aus; eben so 1850 [27]), obwohl es ihm bis dahin kein Mal gelungen war, den wirklichen Zusammenhang der betreffenden Fortsätze grosser Nervenkörper mit einer doppelt contourirten Nervenfibrille nachzuweisen.

In einer späteren Zeit dieses Jahres (1850) fand aber Leuckart auf dem Boden der vierten Hirnhöhle einer 70jährigen Frau „mehrere Stellen, wo ein Uebergang von diesen Fortsätzen in ächte Primitivfasern, so wie eine Verbindung einzelner Ganglienkörper unter einander entschieden Statt zu finden schien." Auch gelang es später R. Wagner, bei einer gemeinsamen Untersuchung mit Leuckart, „den bisher vergeblich gesuchten positiven Beweis eines Zusammenhangs zwischen vielstrahligen Zellen und ächten Primitivfasern zu liefern. Ein den Durchmesser der ansehnlichen Zelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz trat wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Hirnfibrille ein." [28])

Demnach hielt Wagner damals diese Frage für entschieden. Die früheren Beobachter, Purkinje, Remak, Hannover, Todd und Bowman kannten (nach Wagner's Ansicht) die Fortsätze der Nervenkörper, nicht aber deren Zusammenhang mit den Nervenfasern; auch nicht Kölliker [29]) und nicht Valentin [30]).

Noch mehr zur unbestreitbaren Thatsache, dass Fortsätze der multipolaren Nervenkörper der Centralorgane in Nervenfasern übergehen, erhoben es die Resultate von Wagner's Untersuchungen, die er im Jahre 1851 anstellte [31]). Er sagt von den Fortsätzen der im electrischen Gehirnlappen des Zitterrochens befindlichen Ganglienkörper: „Nach der Peripherie gehen von diesen Ganglienkörpern Fortsätze ab, welche von doppelter Art sind. Einzelne dieser Fortsätze sind nicht ramificirt, und gehen unmittelbar in gemeine doppelt contourirte Nervenfasern über, deren Axencylinder sie bilden. Allerdings fehlt die doppelt contourirte Rindenschicht sehr häufig, weil sie höchst lose mit den Axencylindern verbunden ist, und die Mehrzahl dieser Fortsätze entbehrt der Rindenschicht stets. Aber wir haben mit aller nur möglichen Bestimmtheit grössere oder kleinere Fragmente dieser Rindenschicht an

[24]) R. Wagner, l. c. p. 3, über die Elemente der Nervensubstanz. Der kgl. Gesellsch. der Wiss. vorgelegt 1847.
[25]) R. Wagner, l. c. p. 6, 7. [26]) R. Wagner, 1848, Neurologische Untersuchungen, 1854. p. 24.
[27]) R. Wagner, ibid. p. 50. [28]) R. Wagner, l. c. p. 51.
[29]) Dessen Zeitschrift. I. p. 143. [30]) Valentin, Physiol. II. Abth. 2. p. 701.
[31]) R. Wagner, Neurolog. Untersuchungen, l. c. p. 111, 112.

einzelnen Fortsätzen, bald dicht an ihrem Ursprunge, bald in ihrem weiteren Verlaufe gesehen. In der Regel entspringt von je einem Ganglienkörper eine, selten scheinen zwei ächte Nervenfibrillen zu entspringen. Die übrigen Fortsätze verbinden die einzelnen Ganglienzellen untereinander.“ Bei Menschen und höheren Wirbelthieren ist es Wagner seltener gelungen, die ungetheilten Fortsätze der Ganglienkörper in breite Primitivfasern übergehen zu sehen; häufiger gelang es ihm, den Uebergang in feinere Fasern zu zeigen [32]). Aber das thut nichts zur Sache; das Factum steht für Wagner fest, dass die Fortsätze der Ganglienkörper in Nervenfasern auch der breitesten Gattung übergehen.

Dass die Fortsätze der Ganglienzellen oft 1—2 Millimeter weit verlaufen, bis sie in doppelt contourirte Primitivfasern übergehen (während die die Ganglienzellen untereinander verbindenden kürzer sind), bemerkte Wagner 1854 [33]). Auch den unmittelbaren Uebergang der Fortsätze grosser Nervenzellen der grauen Vorderhörner in die centrale Bahn vorderer Nervenwurzeln beobachtete Wagner [34]).

„Im Allgemeinen — sagt Wagner — gehen nur die feinen und feinsten Fibrillen in die Fortsätze der Ganglienzellen über, indem sich die doppelten Contouren der Markhülle bis zum Verschwinden aneinander legen, wo dann der Axencylinder sich in den Ganglienzellenfortsatz metamorphosirt. Beide zeigen eine dem geübten Auge erkennbare histologische Verschiedenheit.“

Es ist also nach Wagner anzunehmen, dass die Fortsätze der Ganglienzellen an den verschiedensten Stellen ihres Verlaufs und der Entfernung von den Ganglienzellen in Nervenfasern übergehen können, und zwar:

1) näher oder ferner von der Ganglienzelle, ohne dass eine Bifurcation des Fortsatzes Statt gefunden hat; alsdann den Axencylinder einer Nervenfaser breitester Gattung bildend;

2) nach der ersten dichotomischen Theilung; hier bildet der Fortsatz also die beiden Axencylinder von zwei mittelfeinen Fasern;

3) nach der zweiten und dritten oder vierten Theilung, wo also die Aeste als Axencylinder feiner und feinster Fasern auftreten.

Wagner bildete diese Verhältnisse der Nervenzellenfortsätze zu den dunkelrandigen Primitivfasern in den Centralorganen ab, in seinen Icones physiologicae (2. Auflage von Ecker) Tab. XIV. Fig. III, a, b, Fig. VI, A, E, D, Fig. VII, A, B, C, D, Fig. VIII, c; auch in seinen „neurologischen Untersuchungen“, 1854. Tab. I. Fig. 5, etc. Hiernach betrachtet Wagner die Frage über den Ursprung dunkelrandiger Nervenfasern von den grossen Nervenzellen auch in den Centralorganen als entschieden.

Die Verbindung der Nervenzellen des Rückenmarks mit Nervenfasern wurde, nach Wagner, auch von Gratiolet 1851 (l. c.) gesehen. Die Nervenzellenfortsätze stehen nach Gratiolet nämlich in Verbindung einerseits mit den vorderen Nervenwurzeln, andererseits mit Vorder- und Seitensträngen des Rückenmarks. Solches will er mit absoluter Sicherheit gesehen haben. Jedoch wurde dieser Zusammenhang centraler Nervenzellen und Nerven-Primitivfasern (des Rückenmarks) vorzugsweise von Bidder und dessen Schülern behauptet.

Den Zusammenhang einer Primitivfaser centraler vorderen Nervenbahnen mit einer Nervenzelle des Vorderhorns sah Schilling (p. 29): „in casibus quibusdam . . rarissimis quidem, at satis perspicuis, fibram radicis anterioris in cellulam substantiae cinereae vidimus ita incedere, ut lineae ejusdem fibrae in lineas processus cellulae nerveae transirent. Qui transitus in uno casu adeo fuit perspicuus, ut de continuo linearum connexu prorsus dubitari non posset.“

Den Ursprung von Längsfasern weisser Substanz des Rückenmarks aus Nervenzellen der

32) R. Wagner, Neurol. Untersuch. 1854. p. 162. Anmerk.
33) R. Wagner, Neurol. Untersuch. p. 162.
34) R. Wagner, Neurol. Untersuch. 1854. p. 179.

grauen bei Menschen und höheren Wirbelthieren glaubt auch Owsjannikow (l. c. p. 37) gesehen zu haben, doch nicht so deutlich wie bei Fischen.

Bidder schreibt an Wagner unter dem 4. Januar 1854: „Ich habe in zahlreichen Präparaten den Uebergang der Primitivfasern der Spinal-Nervenwurzeln in die Zellen der grauen Substanz des Rückenmarks direct beobachtet, es lässt sich der Ursprung der longitudinalen Fasern der weissen Substanz von denselben (grossen vielstrahligen Ganglien-) Zellen leicht darthun.“ [35]).

Den Ursprung einer Faser der weissen Substanz (Seitenstränge) aus einer grossen Nervenzelle der grauen Substanz fand 1854 Schröder van der Kolk (l. c. p. 38) und bildet solches ab (Fig. 6). Er sah die Faser in langer Strecke in Continuität verlaufen, oft mehrere solcher Faserursprünge in einem Abschnitt. v. d. Kolk bildet Taf. I Fig. 4 eine Nervenzelle ab, von welcher er p. 34 sagt, dass sie acht Fasern aufnehme, oder mit acht Nervenfasern in Verbindung stand. Höchstens kann man aber 4 Ausläufer dieser Zellen als Nervenfasern, nach der Zeichnung, ansehen; die anderen können eben so gut als unter ihr herlaufende Fasern angesehen werden. Schröder v. d. Kolk's Abbildung ist mehr Skizze, wie er selbst pag. 34 sagt: „terwijl nog vele draden, in het voorwerp zigtbaar, doch die zich niet lieten vervolgen, en die de teekening slechts onduidelijk zouden gemaakt hebben, niet zijn opgenomen.“

Den unmittelbaren Uebergang einzelner Ganglien-Fortsätze in Primitivfasern hält Lenhossék 1855 für „sehr klar“ (p. 25).

Nach Remak und Hirschfeld (l. c. 1856. p. 17. 18) hängt jede Nervenzelle mit einer Nervenwurzelfaser (motor.) zusammen, „singulae cellulae cum motoriorum nervorum fibris cohaerent.“

Am entschiedensten, und gestützt auf wiederholte Untersuchungen, behaupten endlich Bidder und Kupffer 1857 den unmittelbaren Zusammenhang der Nervenzellen und Nerven-Primitivfasern im Rückenmark. Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in Längsfasern der weissen Substanz des Rückenmarks behaupten Bidder und Kupffer (p. 81) auf Längsabschnitten entschieden gesehen und dieses Verhältniss vielfach constatirt zu haben. „Gewöhnlich sind es die der weissen Substanz zunächst liegenden Zellen, welche diese Art von Fortsätzen in deutlicher Weise entsenden; manchmal lassen sich dieselben aber auch von entfernter liegenden Zellen bis in die Längsfasern der weissen Substanz verfolgen; und es ist nicht unmöglich, dass alle Nervenzellen der grauen Masse solche für die Längsfasern der weissen Substanz bestimmte Fortsätze abgeben.“ Dass man „nur in selteneren Fällen den Zusammenhang (zwischen Zellen und Nervenfasern oder Längsfasern der weissen Substanz) unversehrt erhalten findet“, bemerken Bidder und Kupffer p. 82. — Den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in die Nerven-Primitivfasern der Nervenwurzeln sahen Bidder und Kupffer (p. 81) ebenfalls auf Längsabschnitten aus dem Rückenmark, „und zwar besser, in so fern die geneigte Richtung, in der dieselben (Nerven-Primitivfasern) die weisse Substanz durchsetzen, bei dieser Führung des Schnitts (parallel der Fissura anterior, durch vordere weisse und graue Stränge) kein Hinderniss abgiebt, die Wurzelfaser auf der ganzen Länge ihres Verlaufs durch das Mark zu verfolgen.“ Bei Menschen und Säugethieren bekennen Bidder und Kupffer „diesen Uebergang nie so deutlich gesehen zu haben, als es Schröder v. d. Kolk geglückt ist.“ Dagegen konnten sie ihn „bei Fischen mit aller Deutlichkeit beobachten und bei Hühner-Embryonen bot sich das gleiche Verhältniss mit aller Bestimmtheit dar.“ Was Bidder (und seine Schüler) am Rückenmark des Menschen und der Säugethiere gesehen, das beobachteten resp. behaupteten sie auch von dem betreffenden Verhältniss im Rückenmark der übrigen Wirbelthiere.

Dass die Nervenzellen-Fortsätze als Axencylinder in Nervenfasern eintreten, behauptet Metzler (pag. 54) vom Rückenmark der Vögel; Metzler ist aber nicht im Stande, die genügenden Beweise

[35]) R. Wagner, l. c. p. 164. Note.

hiervon zu bringen. Metzler weiss nicht, wo der Nervenzellen-Fortsatz als nackter Axencylinder angesehen und in welcher Entfernung von der Zelle er zur Nervenfaser wird, oder wo dessen „obvolutio" mit der Medulla nervea geschieht (p. 39). Den Ursprung einer Nervenfaser von einer Nervenzelle fand nemlich Metzler nie: „talem fibrarum illarum ortum in avium medulla spinali non potuerim in meis ipsius observationibus cognoscere . ." (pag. 33). Er schliesst nur au Analogie im Hinblick auf Owsjannikow's Arbeiten, dass dieses Verhältniss Statt habe. Ueber die Bestimmung und Endigung der Nervenzellen-Fortsätze im Vogel-Rückenmark äussert sich Metzler (p. 31): „disquisitionum eventus omnino certus nondum contigit . . . semper a casu potius dependet. Etenim si reputaveris, processus in diversissimas regiones decurrere, facile est intellectu, in quavis sectione, cujus quidem directio nunquam omnino in nostra potestate sita est, plerosque eorum persecari ideoque perraro obtingere, ut unum ex iis per longius spatium vel ad ultimum ejus exitum persequi liceat" [sehr wahr!]. Ferner: Das Haupthinderniss bestehe bei den drei höheren Wirbelthierclassen darin, dass „in telae conjunctivae, ergo in substantiae cinereae, massa quaerendum est, quippe quae cellularum processus tam multimodis obtegat, ut nisi rarissimis in casibus . . illos per longiora spatia persequi non obtingat" [dies ist nicht so wahr, wie der erste Grund, da die unrichtige Anschauung vom Bindegewebe sich einmischt. Die filzartige Verwebung der Nervenzellen-Fortsätze und ihrer feinsten Ramificationen sind die Hindernisse]. Bei Fischen aber, fährt Metzler fort, „jam contigit, ut cellularum processus in fibras nerveas marginibus fuscis instructas transire cellulasque alteram cum altera conjunctas esse omnino dilucide cognosceretur" (pag. 32). Metzler spielt hier auf Owsjannikow's Schrift an. Ob er selbst bei Fischen den Uebergang der Zellenfortsätze in dunkelrandige Nervenfasern gesehen hat, sagt er nicht. Bei Vögeln sah er es aber niemals, „nullo tamen casu mihi certo monstrare licuit, processus in fibrarum nervearum axis cylindros directo transire" (p. 32).

Im Rückenmark der Fische behauptete Owsjannikow (l. c. 1854) den unmittelbaren Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze sowohl in hintere und vordere Nervenwurzeln, wie in die Fasern der weissen Substanz gesehen zu haben. Da ich mehrere von Owsjannikow's hierher bezüglichen Aeusserungen früher (s. o. p. 653 u. a. a. O.) mitgetheilt, so vermeide ich deren Wiederholung an diesem Orte und führe nur noch an, dass, nach Owsjannikow, die Müller'schen Fasern im Rückenmarke von Petromyzon aus den grossen runden Nervenzellen entspringen (l. c. p. 22). Er sagt: „In medulla oblongata fibrae (Müllerianae) in cellulas gangliosas magnas rotundasque transeunt. Itaque fibrae Müllerianae non a medullae spinalis circuitu oriuntur, sed potius, in centrali ejus parte initio capto, e majoribus illius cellis profectae ad cerebrum adscendere, sensimque augeri atque hic illic certis intervallis gangliis interpositis interrumpi videntur." Auch ich habe in vielen wiederholten Beobachtungen eine breite Müller'sche Faser direct aus einer solchen Zelle mit absoluter Sicherheit entspringen sehen. Oft sah ich eine Zelle mit zwei langen Fortsätzen (Müller'schen Fasern). Oft sieht man mehrere Zellen anscheinend in die Continuität einer einzigen Faser eingeschaltet; bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung wird es aber sicher, dass die verschiedenen Zellen nicht einer Faser angehören, sondern jede Zelle ihre besonderen Ausläufer hat.

Owsjannikow drückt seine Ansicht noch entschiedener aus, indem er jede Nervenzelle als ein Centralorgan für Nervenaction betrachtet, von welcher die Thätigkeit jeder Nerven-Primitivfaser abhängt. „Ut vero cellulas gangliosas pro nervorum actionis quasi centris habeamus, nunc quidem tanto facilius perpellimur, quod principalem nervorum substantiam, axis cylindrum dico, ex eadem, atque cellulas gangliosas, massâ consistere, earumque re vera continuationem esse novimus. Hinc ea quoque res explicari potuerit, quod etiam nervis a centro separatis actio ipsis peculiaris aliquamdiu perdurat" (l. c. p. 41).

Von den runden grossen bipolaren Nervenzellen zwischen den Müller'schen Fasern bei Petromyzon sagt Owsjannikow auch an andrer Stelle (l. c. p. 19) im Ganzen richtig, dass die beiden breiten

Aeste „in fibras Müllerianas abire videntur." Owsjannikow fand, dass diese beiden Aeste „in permultas fibras minutissimas diffindi", wenn die Zellen isolirt, „e medulla spinali exemptis cellulis", untersucht wurden. Das spricht aber darum noch nicht gegen deren Uebergang in die Müller'schen Fasern, weil die Präparation jenen Zusammenhang zerstört.

Auch in der neuesten Arbeit Bidder's u. Kupffer's (1857) behaupten diese Forscher: „Bei Fischen (Petromyzon) lässt sich der ununterbrochene Uebergang der Zellenfortsätze des grauen Vorderhorns in die vorderen Nervenwurzeln mit aller Bestimmtheit und Entschiedenheit beobachten. Die Fortsätze dringen in die, für den Durchtritt der vorderen Wurzeln bestimmten, Lücken der weissen Substanz, durchsetzen dieselben ihrer ganzen Länge nach, so dass sich ihre Contouren ohne Unterbrechung scharf und deutlich abzeichnen, gehen endlich in eins der Wurzelbündel ein, die an der Peripherie des Rückenmarks anhaften, und lassen sich manchmal mit aller nur wünschenswerthen Schärfe bis in den Axencylinder einer Wurzelfaser verfolgen. Ueber diesen Zusammenhang der Nervenwurzeln mit den Zellen der Vorderhörner bei den Fischen kann so wenig auch nur eine Spur eines Zweifels bestehen, dass allen histologischen Erfahrungen eine gleiche Sicherheit gewünscht werden könnte." (p. 60).

Die Verbindung der Nerven-Primitivfasern mit Nervenzellen fand in neuester Zeit auch Th. Bilharz [36]). Er beschreibt den electrischen Nerven des Zitterwelses als einen Strang von 1''' Dicke. Er unterscheidet (p. 21) daran 1) die äussere gefässhaltige Schicht, $^9/_{10}$ der Dicke des Strangs einnehmend, die angeblich aus „locker in einander gesteckten Scheiden . . aus einem weitmaschigen Gewebe von in verschiedenen Richtungen verlaufenden Bindegewebsfasern bestehend" . . zusammengesetzt und von zahlreichen Blutgefässen durchzogen ist; nach aussen werden jene von circular oder spiralig laufenden Bindegewebsfasern umsponnen; diese äussere Schicht erhält der Nerv erst nach seinem Austritt aus dem Wirbelcanale. 2) Die innere gefässlose (?) Hülle bildet einen Strang von etwa $^1/_{10}$''' Dicke, besteht aus parallelen, gewellten Längsfasern, . . „entspringt (p. 22) an der unteren Fläche des Rückenmarks" [?], und empfängt 3) die aus dem Rückenmark hervorkommende electrische Nervenfaser, welche fortan deren Centrum einnimmt, . . alle Theilungen der Nervenfaser mitmacht. Die Dicke dieser Faser beträgt, zwischen Ursprungsstelle und erster Theilung, „etwa $^1/_{90}$'''." Durch die Theilungen „vermindert sich ihr Durchmesser nur wenig, so dass erst nach vielen Theilungen ein beträchtlicher Unterschied erkennbar ist." Die Nervenfaser zeigt eine dicke Markschicht, welche einen Axencylinder von etwa $^1/_{100}$''' umgiebt.

Das Centralorgan des electrischen Nerven findet Bilharz (p. 22) $^1/_5$''' von der unteren Rückenmarksfläche entfernt, etwas nach oben und aussen vom Centralcanale, der Ursprungsstelle des electrischen Nerven gegenüber (nach der Abbildung, Taf. III. Fig. 4, n. in dem grauen Hinterstrang, entsprechend der Lage der Dorsalkerne bei Säugern), in einem rundlichen kleinen Fleck, der von einem $^1/_7$''' im Durchmesser haltenden multipolaren Ganglienkörper gebildet wird, welcher zahlreiche Ausläufer hat, mit der Umgebung verfilzt ist, so dass er nicht völlig isolirt werden kann. Derselbe hat einen kugeligen oder ovalen Kern von $^1/_{30}$''' Durchmesser, mit einem Nucleolus von $^1/_{200}$'''. Die Ausläufer der Nervenzelle theilen sich meist nahe dem Ursprunge, laufen nach verschiedenen Richtungen. Einer derselben geht als Axencylinder in die electrische Nervenfaser. Derselbe ist an seinem Ursprung aus dem unteren Theile der Nervenzelle $^1/_{80}$''' breit oder dick, verdünnt sich nach unten bis zu $^1/_{100}$''', geradlinig verlaufend (pag. 23), zur unteren vorderen Seitenfurche hingehend, und senkt sich dort in die gefässlose Scheide der electrischen Nervenfaser ein, bei welchem Eintritte sie sich mit einer Schicht dunkelrandigen Nervenmarks zu umkleiden „scheint."

[36]) Th. Bilharz, das electrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857. Fol.

Die von Bilharz (1857, l. c. Tab. III. Fig. 9, 10 und 11) zur Histologie der electrischen Nervenfaser und Nervenzelle gegebenen Abbildungen lassen Vieles zu wünschen übrig. Bilharz wandte, wie es scheint, eine höchstens 50-fache Vergrösserung an, wobei nichts Genaueres zu sehen ist. In Fig. 11 namentlich sind die Vorderstränge anscheinend aus parallelen Längsfasern bestehend, in der nur die eine Querfaser erscheint, was nach aller Analogie sehr unwahrscheinlich ist. Die graue Substanz zeigt nur die eine einzige grosse Nervenzelle, sonst eine körnige Masse; auch dies ist mir sehr unwahrscheinlich. Die graue Substanz erscheint scharf getrennt von der weissen; — auch dieses muss ich für unwahrscheinlich halten. Jedenfalls verdient dieses Verhalten eine genaue wiederholte Untersuchung.

Bei Fröschen konnten Bidder und Kupffer 1857 „den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Fasern der Nervenwurzeln selbst nie direct beobachten“ (pag. 60), auch nicht bei Vögeln (ibid.) und nicht bei Säugethieren (p. 61). Diese Aeusserungen Bidder's und Kupffers widerrufen diejenigen Angaben, welche Kupffer drei Jahre zuvor (l. c. 1854) über das betreffende Verhältniss im Frosch-Rückenmark gegeben hatte. Kupffer hatte nämlich mit aller Entschiedenheit den Satz aufgestellt, dass die Fortsätze der grossen Nervenzellen des Frosch-Rückenmarks die Axencylinder der Primitivfasern der Nervenwurzeln bilden (l. c. pag. 20, ff.): „. . . nudos axis cylindros formantia per substantiam cineream porriguntur, indeque, vagina medullari accedente, per substantiam albam in nervorum spinalium radices transeunt.“ Kupffer stützt sich auf R. Wagner's und Owsjannikow's Resultate, und will solche an Fröschen wie an Säugethieren sicher bestätigt haben, „. . certissime mihi persuasi . . fibram nerveam, quae postea sit lineis duplicibus circumdata, formâ nudi axis cylindri e cellula gangliosa exire.“ Der Fortsatz der Ganglienzelle soll sich rasch bis zu 0,003''' par. verschmälern und einen soliden Cylinder bilden, von gleicher Masse wie die Nervenzelle, in der grauen Substanz ohne besondere Hülle sein, vielmehr erst zwischen den Längsfasern der weissen Substanz, in der Lücke, durch welche der Fortsatz hindurchgeht, eine Hülle von Bindegewebe erhalten . . („in lacuna, quam processus permeat, tela conjunctiva arctius ei applicatur“), und dann aus der Peripherie des Rückenmarks in Form einer breiten Nervenröhre, mit Nervenmark und Hülle versehen, hervortreten.

Diese ganze Darstellung kann ich, nach meinen Untersuchungen, nicht für richtig halten; die Hülle ist in grauer Substanz am Zellenfortsatz deutlich genug. Den Uebergang des Zellenfortsatzes in eine Primitivnervenfaser habe ich evident gesehen und die Art dieses Uebergangs oben pag. 929 bezeichnet.

Der Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in Nerven-Primitivfasern ist endlich in neuester Zeit von Jacubowitsch (1857 l. c.) in ausgedehntem Maasse statuirt worden. Jeder Nervenzellen-Fortsatz wird von demselben als Nerven-Primitivfaser betrachtet, wie aus dessen, an späteren Stellen dieser Schrift mitgetheilten, Untersuchungen hervorgeht.

Gehen wir nun über zu den Ansichten Kölliker's, welche dieser Forscher von 1850—1857 veröffentlicht hat. Den Zusammenhang der Nervenröhren und der Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks des Menschen und der Säugethiere läugnete Kölliker ganz entschieden noch im Jahre 1850. Er sagt[37]) von den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der grauen Vorderstränge: „... sie treten durch die innere Gruppe der grossen vielstrahligen Nervenzellen hindurch, jedoch als ganz compacte Bündel und ohne mit den Fortsätzen der Zellen irgendwie zusammenzuhängen, wie sich dies bei stärkeren Vergrösserungen sehr leicht ergiebt, welche die einzelnen Nervenfasern durch diese Zellen hindurch zu verfolgen erlauben.“ Mit denselben Worten sagt Kölliker ein Gleiches in seiner Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 279; eben so in der 2. Aufl. 1854 p. 295, 296.

[37]) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, 1850, p. 418.

Auch diejenige Abtheilung der centralen Bahn vorderer Nervenwurzeln, welche durch die „äussere Gruppe der vielstrahligen Nervenzellen“ in der Nähe der Seitenstränge durch die grauen Vorderhörner zieht, steht, nach Kölliker, nicht mit Nervenzellen in Verbindung. Er sagt[38]): „Auch hier kann ich, nach Allem, was ich sah, keinen directen Zusammenhang zwischen Zellen und Fasern statuiren, denn man sieht häufig genug ganze Bündel und einzelne Fasern in ihrem ganzen Verlaufe durch die Zellen bis zum Eintritt in die Seitenstränge. Das letztere ist nicht in allen Schnitten und überhaupt nicht leicht zu sehen, weil die Fasern mehr vereinzelt, seltener in kleineren Bündeln zwischen die longitudinalen Fasern eingehen.“

In seiner Gewebelehre, 1. Aufl., p. 279, hat Kölliker die letzten Sätze weggelassen, und sagt blos von den betreffenden Fasern: „.... sie wenden sich aber schliesslich nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch die äussere Gruppe der grossen vielstrahligen Nervenzellen der Vorderhörner hindurchsetzen und dann in horizontalem Verlauf in die Seitenstränge eindringen.“ Eben so äussert sich Kölliker in der 2. Aufl. seiner Gewebelehre, p. 296. 1854.

Auch von den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln behauptet Kölliker ein Gleiches, wie von denen der vorderen. Er sagt[39]): „Die hinteren Nervenwurzeln treten ... durch die longitudinalen Fasern der weissen Substanz bis zu den hinteren Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne... Bündel und setzen, jedes für sich, geraden Weges und ohne mit Nervenzellen irgend welche directe Verbindung einzugehen, durch die Substantia gelatinosa hindurch in die Substantia spongiosa (grisea) hinein.“ Dasselbe sagt Kölliker in seiner Gewebelehre, 1. Aufl., p. 280; 2. Aufl. 1854. p. 297.

Fernerhin[40]) sagt Kölliker: „Schon Remak hat nach dem Zusammenhang der vielstrahligen Zellen der grauen Substanz mit Nervenröhren gesucht, doch ohne Erfolg. Auch mir ist es nicht besser ergangen, obschon ich die Fortsätze häufig bis auf $^{1}/_{10}'''$ weit, ja selbst in günstigen Fällen auf $^{1}/_{4}'''$ von ihrer Zelle weg verfolgte. In der neuesten Zeit giebt R. Wagner[41]) an, dass Dr. Leuckart in der Substantia ferruginea des Menschen, deren vielstrahlige Nervenzellen in allem Wesentlichen mit denen des Marks übereinstimmen, mehrere Stellen fand, in denen ein Uebergang der Fortsätze in ächte Primitivfasern, so wie eine Verbindung einzelner Nervenzellen untereinander entschieden Statt zu finden schien, und dass er später auch selbst dieses zu bestätigen Gelegenheit hatte, indem ein den Durchmesser einer Nervenzelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppeltcontourirte Hirnfibrille eintrat. Wäre dem so, so dürfte man, bei der grossen Aehnlichkeit der fraglichen Zellen mit den grossen vielstrahligen des Marks, es nicht für unwahrscheinlich halten, dass auch bei diesen etwas Aehnliches sich findet, allein ich muss gestehen, dass Wagner's Angaben für mich nichts weniger als überzeugend sind. Erstens habe ich, so viel ich auch Nervenzellen mit Fortsätzen in den grossen Centralorganen des Menschen erforschte, immer und ohne Ausnahme gefunden, dass die Fortsätze derselben unter vielfacher Theilung und Verschmälerung schliesslich in ganz feine und blasse Fäden auslaufen, und es kann daher, meiner Meinung nach, wenn ein Uebergang dieser Fortsätze in Nervenröhren wirklich existirt, nur von einem solchen in die allerfeinsten blassen Röhren der grauen Substanz von weniger als 0,001''' die Rede sein. Zweitens halte ich es für unmöglich, dass ein Fortsatz einer centralen Nervenzelle als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Nervenfaser übergehe, wie R. Wagner es gesehen zu haben glaubt. Niemand wird daran zweifeln, dass gerade wie die Nervenfasern, so auch die centralen Nervenzellen den peripherischen Zellen in den Ganglien und sonst, und die Fortsätze derselben auch den blassen Fortsätzen der Zellen der Ganglien entsprechen. Wenn aber dem so ist, so kann ein Fortsatz einer Nervenzelle der Centralorgane, nicht anders als in den Ganglien, nur in die Totalität einer Nerven-

38) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, p. 419. 39) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, p. 420.
40) Kölliker, Mikrosk. Anatomie, p. 425. 41) R. Wagner, in: Götting. Anz. 1850. Nr. 43.

faser übergehen. Hieraus schliesse ich, dass, wenn Wagner, was ich nicht im Geringsten bezweifle, einen vermeintlichen Fortsatz in eine dunkelrandige Nervenröhre eintreten sah, dies eben ein Axencylinder und kein Fortsatz einer Zelle war, da ich keine Fortsätze kenne, die auf so lange Strecken unverästelt bleiben. Diese meine Bedenken, wenn auch sicherlich nicht für Jedermann hinreichend, um Wagner's Angaben als nicht begründet erscheinen zu lassen, sind doch sicherlich genügend, um denselben den Schein apodictischer Gewissheit, mit der sie gegeben wurden, zu benehmen, und Diejenigen, die Nervenfaser-Ursprünge von den Zellen des Markes anzunehmen geneigt sind, eines Grundes der Analogie zu berauben. Trotz dieser Verhältnisse bin ich nicht gemeint, das Entspringen von Fasern im Mark zu läugnen, ich halte dasselbe sogar für sehr wahrscheinlich, nur konnte ich eben nicht verschweigen, dass keine directe Thatsache für dasselbe zeugt. Wenn das Mark eigenthümliche Fasern in seiner grauen Substanz enthält, woran kaum zu zweifeln ist, so möchte es auch sicher sein, dass dieselben von den Nervenzellen desselben herkommen. Kennen wir doch diesen Ursprungs-Modus für die Ganglien mit Sicherheit, während wir von einem anderen Entstehen von Nervenfasern durchaus nichts wissen, und muss daher die Behauptung eines solchen Ursprungs für den gesetzten Fall für so lange als die wahrscheinlichste erscheinen, als nicht etwas Anderes direct nachgewiesen ist. Welche Nervenzellen mit Nervenröhren in Verbindung stehen, kann bei dem Dunkel, das diese Frage einhüllt, natürlich nicht angegeben werden. Nur das will ich bemerken, dass, wenn ein solcher vorkommt, derselbe auf jeden Fall bei den Zellen der Substantia gelatinosa und denen der vorderen Hörner anzunehmen wäre. Hiermit wäre nicht gesagt, dass alle Zellen der Hörner in dieser Weise sich verhalten müssen, obschon dieselben allerdings alle Fortsätze besitzen; denn es steht der Annahme, dass dieselben auch ganz für sich bestehen, nicht das Geringste entgegen, wie dies denn auch in der That bei denen des grauen Centralkerns der Fall zu sein scheint, da dieselben von fast keinen Nervenröhren durchzogen sind, und auch in's Filum terminale übergehen. Die Aehnlichkeit der Fortsätze der Zellen mit Axencylindern ist in dieser Frage keineswegs maassgebend, denn es finden sich eben doch fast ohne Ausnahme deutliche, wenn auch feinere Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Gebilden, indem die Fortsätze selten ganz homogen und überall gleich dick erscheinen, wie die Axencylinder meist [also „ohne Ausnahme" ist nicht ohne Ausnahme; „selten" und „meist" widerspricht]; wenn aber auch scheinbar eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Axenfasern und Fortsätzen der Zellen bestände, so würde dies immer noch nicht den Zusammenhang beider beweisen, indem die Fortsätze ja auch für sich auslaufen könnten [Letzteres ist also Kölliker's eigentliche Ansicht von den Fortsätzen!]. Ich für mich finde die grösste Verwandtschaft zwischen den feinsten blassen, nicht mehr dunklen Nervenröhren von 0,0004—0,001''', wie sie peripherisch (in der Retina besonders) und central vorkommen, und den feinsten der fraglichen Fortsätze, und bin der Ansicht, dass, wenn die Fortsätze mit Nervenröhren zusammenhängen, dies nur bei den feinsten und nur mit solchen Röhren der Fall sein kann."

So sagt Kölliker 1850 in seiner Mikroskopischen Anatomie, p. 425, 426, 427; obgleich er ibid. p. 429 sagt: „Noch erwähne ich, dass ich im Marke der Frösche den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen von Nervenzellen beobachtet zu haben glaube [42]." An einer späteren Stelle seiner Mikroskopischen Anatomie, p. 481, kommt Kölliker noch einmal auf diese Frage zurück, und sagt: „Wie die Nervenfasern im Gehirne und anderwärts (also auch im Rückenmarke) entspringen, ist, wie wir sahen, nicht zu beobachten, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass ersteres analog wie in den Ganglien sein wird, so dass Nervenzellen, und vor Allem kleinere, mit ihren Fortsätzen in anfangs blasse feinste Fasern sich fortsetzen, die später markhaltig werden . . . Ein Ursprung von Nervenfasern ohne Zusammenhang mit Zellen wäre gegen alle Analogie, doch muss man in einem so

[42]) Kölliker, in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. I. 144.

dunklen Gebiete auf manches Neue gefasst sein, und keine Möglichkeit von vorn herein ganz verwerfen.“ Hiermit fällt sogar, streng genommen, Kölliker's ganze Argumentation gegen Wagner's Angaben. In der That scheint das auch Kölliker zwei Jahre später selbst zuzugeben. In seiner Gewebelehre, 1. Aufl. p. 302, sagt er: „Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn und den höheren Centraltheilen überhaupt anlangend, so habe ich schon vor mehreren Jahren den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen der Nervenzellen des Rückenmarks der Frösche beobachtet[43]). Bei'm Menschen hat es mir bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass auch hier ähnliche Verhältnisse sich finden. In der That wollen R. Wagner und Leuckart bei'm Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der Substantia ferruginea in Nervenröhren gesehen haben[44]), eben so Prof. Domrich, wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des Cerebellum. Dann hat R. Wagner neulich[45]) auch in den electrischen Lappen der Zitterrochen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht ramificirte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. Wagner stellt diesen Uebergang auch jetzt, wie früher, so dar, dass er sagt: die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm Leydig, der denselben Uebergang im Cerebellum des Hammerhaies sah, beistimmt, eben so Stannius für Petromyzon. Mir will es immer noch nicht recht einleuchten, dass hier ein anderes Verhältniss sich finden soll, als in den Ganglien, wo die Fortsätze der Ganglienkugeln nicht einfach Axencylinder sind, sondern auch eine Hülle besitzen, die, aussen am Nervenmark gelegen, in die Scheide der dunkelrandigen Röhre sich fortsetzt; doch will ich, weil überhaupt die Anwesenheit von Hüllen an den Nervenkörpern der Centralorgane und ihren Fortsätzen und an den feinen centralen Fasern noch streitig ist, gerne zugeben, dass die Sache sich auch anders verhalten kann. Durch diese Untersuchungen ist die Bahn gebrochen, und zweifle ich, wie ich es schon in meiner Mikr. Anat. ausgesprochen, nicht daran, dass es mit der Zeit gelingen wird, noch an manchen andern Orten in den Centraltheilen von Menschen und Thieren den Ursprung dunkelrandiger Röhren nachzuweisen. Auf der andern Seite muss ich jedoch, gestützt auf vielfache Untersuchung des menschlichen Hirns, behaupten, dass es höchst wahrscheinlich an sehr vielen Orten gänzlich unmöglich sein wird, Faserursprünge von Nervenzellen nachzuweisen, indem sehr viele Nervenröhren, namentlich die der Rinde des Cerebellum und Cerebrum, schliesslich so blass und dünn werden, dass sie von den Nervenzellen-Fortsätzen nicht mehr zu unterscheiden sind.“

Im Ganzen genommen die nämlichen Ansichten vertheidigt Kölliker auch noch zwei Jahre später, 1854, wo er (Gewebelehre, 2. Aufl. p. 302) sagt: „Grosse Differenzen ergeben sich mit Hinsicht auf das Verhalten der Zellen (der grauen Substanz) zu den Nervenfasern. Während ich behaupte, dass die grosse Mehrzahl der Nervenröhren der Wurzeln durch die graue Substanz nur hindurchsetzen und dann in die weisse Substanz übergehen, will Schilling gesehen haben, dass Fortsätze der Nervenzellen sowohl in Nervenfasern der motorischen Wurzeln, als in solche der Marksubstanz übergehen, und behauptet Bidder (Gött. Nachr. 1854, p. 34), dass alle Wurzelfasern von den Nervenzellen entspringen und fast alle longitudinalen Fasern der weissen Substanz an denselben enden. Ausserdem nimmt Wagner, wie schon früher Schröder van der Kolk und neulich Remak, an, dass die nicht in Nervenröhren übergehenden Fortsätze der Nervenzellen alle zur Anastomosenbildung zwischen den verschiedenen Zellen dienen, so dass mithin gar keine freien Ausläufer von solchen sich finden, wie sie bisher allgemein statuirt worden sind. Fragt man nach der thatsächlichen Basis für diese Sätze, so ergeben sich die wenigen Fälle von Nervenursprüngen von Nervenzellen, die Schilling gefunden haben will, als wenig beweisend, indem wenigstens seine Abbildung (Taf. II. Fig. 5)

43) Kölliker, Zeitschr. f. wissensch. Zool. I. 144. Tab. XI. Fig. 7. 44) R. Wagner, in: Gött. Anz. 1850. Nr. 43.
45) R. Wagner, Gött. Nachr. Oct. 1851.

durchaus nicht erkennen lässt, ob er einen Fortsatz einer Zelle oder einer Nervenröhre vor sich hatte, und auch der Umstand Bedenken erregt, dass der Fortsatz der Zellen ungetheilt und nach kurzem Verlaufe zu einer Nervenröhre geworden sein soll, während doch namentlich durch mich und auch Wagner bekannt ist, dass diese Fortsätze bis in's Feinste sich verästeln. Dass Schilling diese Fortsätze (p. 39) nur interdum ramificati nennt, möchte überdies beweisen, dass er denselben nicht besonders eifrig nachgegangen ist. Während bei Schilling das Thatsächliche gar zu spärlich ist, behauptet Bidder, dass er in zahllosen Präparaten den Uebergang der Primitivfasern der Spinal-Nervenwurzeln in die Zellen der grauen Substanz direct beobachtet habe, und dass eben so der Ursprung der longitudinalen Fasern der weissen Substanz von denselben Zellen sich leicht darthun lasse. Ich kann jedoch nicht glauben, dass Bidder's Aeusserung sich auf die Säugethiere und den Menschen bezieht, was auch in der That eine eben von demselben erhaltene Dissertation von Owsjannikow [46]) beweist, in welcher zwar wohl Nervenursprünge aus dem Rückenmark von Fischen beschrieben, aber keine überzeugenden Beobachtungen über das menschliche Rückenmark mitgetheilt sind. Ich habe mich viel und anhaltend mit der Verfolgung der Nervenzellen im menschlichen Mark beschäftigt, und glaube ein Urtheil darüber zu haben, was hier möglich ist, was nicht, und behaupte daher bestimmt, dass — wenn überhaupt — doch sicherlich von einer leichten Beobachtung von Nervenfaser-Ursprüngen und Anastomosen nicht die Rede sein kann. In der That spricht auch Wagner nur sehr im Allgemeinen von Anastomosen der Nervenzellen im Mark (Götting. Nachr. 1854, p. 33) und vom Ursprunge von Nervenfasern von denselben (p. 37), sagt auch wohl (p. 38), dass solche Ursprünge da zu sein scheinen und wahrscheinlich sind, giebt aber doch nicht näher an, wo, wie häufig und in welcher Weise dieselben sich machen, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob auch ihn, wie Bidder und Owsjannikow, vorzüglich Gründe der Analogie zur Annahme solcher Verhältnisse bei'm Menschen veranlassten. Wagner läugnet nämlich in seinen neuesten Mittheilungen, dass Fortsätze von Nervenzellen frei endigen, und ist der Ansicht, dass dieselben alle entweder in Nervenfasern sich fortsetzen, oder zur Verbindung der Nervenzellen unter sich dienen, und stützt sich hierbei auf die theils von ihm, theils von Anderen beobachteten Fälle solcher Art. Ich gebe recht gern zu, dass diese Auffassung möglich ist, ja selbst Manches für sich hat, allein auf der andern Seite scheint es mir doch auch unmöglich zu verkennen, dass wir noch sehr weit davon entfernt sind, überall solche Verhältnisse nachgewiesen zu haben (ich erinnere hier nur an die wenigen Beobachtungen über Nervenursprünge und Anastomosen bei centralen Zellen, und an die grossen Nervenzellen der Rinde des Cerebellum, an deren äusseren Ausläufern bisher nicht die geringste Andeutung von Anastomosen und Nervenursprüngen sich hat nachweisen lassen, so dass Wagner selbst von ihnen sagt, dass wahrscheinlich jede derselben ein in sich abgeschlossenes System bilde [das hätte allerdings keinen Sinn; die Zellen stehen wohl unzweifelhaft zu einander in Verhältnissen ganz bestimmter Art] und dass a priori kein Grund vorhanden ist, die Ausläufer der Nervenzellen nicht, wie ich es schon längst proponirte, als eine besondere Art von Nervenfasern anzusehen, die innerhalb der nervösen Centralorgane frei enden. Die Gründe der Analogie haben zwar allerdings auch für mich einen grossen Werth, allein ich muss wiederholt betonen, dass man in der Anwendung derselben nicht vorsichtig genug sein kann. Wenn z. B. jetzt Owsjannikow bei Fischen gefunden hat, dass jede Nervenzelle des Rückenmarks vier Fortsätze abgiebt, einen zum Gehirn, zwei andere, die in eine sensible und motorische Faser der Nervenwurzeln übergehen und einen vierten, der die Zellen von rechts und links mit einander verbindet, und glaubt, dass dieser Befund nun ohne Weiteres auf den Menschen sich übertragen lasse, so geht er, meiner Ueberzeugung nach, in der Anwendung des Gesetzes der Analogie viel zu weit. Wenn, wie Owsjannikow selbst lehrt, schon das Mark der Cyclostomen und der anderen Fische so bedeutende

[46]) Owsjannikow, Disquis. micr. de med. spin. text. impr. in piscib. fact. Dorpat 1854.

Differenzen zeigt, so sollte man, scheint es mir, doch vorläufig ganz davon abstehen, von den Fischen auf höhere Thierklassen einen Schluss zu ziehen, um so mehr, wenn man weiss, dass schon nach den vorliegenden Thatsachen das Mark der höheren Geschöpfe manches ganz Eigenthümliche besitzt, wie die grauen hinteren Commissuren, eine aus den dunkelrandigen Fasern bestehende vordere Commissur, vielfach verästelte, in die feinsten Fäden übergehende Nervenzellen, und zweierlei (sensible und motorische) Leitungsfasern zum Gehirn. Soll eine Analogie zwischen den Fischen und Säugethieren hergestellt werden, so kann es meiner Meinung nach nur in einer Art geschehen, wie es auch von R. Wagner versucht wurde, nachdem ihm Bidder von den Dorpater Untersuchungen Kenntniss gegeben hatte, indem man annimmt, dass die Nervenzellen, die vielleicht in sensible und motorische zerfallen, durch ihre Ausläufer einmal in sensible und motorische Wurzelfasern übergehen, zweitens untereinander sich verbinden, und drittens endlich auch, und zwar durch besondere sensible und motorische Leitungsfäden, mit dem Gehirn in Zusammenhang stehen; doch kann ich für mich vorläufig diese Auffassung, die allerdings durch ihre Einfachheit sich auszeichnet, nicht unterstützen. Einmal glaube ich, bei einer neuerdings vorgenommenen sorgfältigen Untersuchung des Marks, eben so wie früher, den directen Uebergang gewisser Wurzelfasern in Fasern der Rückenmarksstränge bestimmt gesehen zu haben, und zweitens war es mir auch jetzt unmöglich, mit Bezug auf die Zellen wesentlich Anderes zu finden als früher. Alle Fortsätze von diesen laufen, wenn gut isolirt, schliesslich in feinste Fäserchen aus von höchstens 0,0004‴, und können es, wenn hier wirklich Nervenröhren-Ursprünge sich finden, nur diese sein, die in solche sich fortsetzen. Mir ist es auch jetzt nicht gelungen, solche Uebergänge zu sehen, doch läugne ich dieselben keineswegs, und will ich weiter unten noch angeben, in welche Elemente dieselben möglicher Weise sich fortsetzen könnten. Evidente Anastomosen sah ich bis jetzt ebenfalls keine.“ [47])

Fügen wir noch hinzu, was Kölliker in den beiden Auflagen seiner „Gewebelehre“ 1852 und 1854 über diese Verhältnisse an einigen anderen Stellen angiebt, so finden wir 1) in Bezug auf die Fortsätze der Nervenzellen Folgendes: Kölliker [48]) sagt: „Viele Nervenzellen laufen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze aus, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlauf in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den anderen eine grössere Selbstständigkeit beurkunden, indem sie im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weite Strecken verlaufen und hierbei mannichfaltig sich verästeln. Wie diese letzteren Fortsätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhang mit Nervenröhren, oder durch Anastomosen mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht, doch erscheint es nach Allem nicht unwahrscheinlich, dass je nach den Localitäten die drei angegebenen Möglichkeiten sich finden.“ Ibid. 1. Aufl. p. 273, 2. Aufl. p. 290, sagt Kölliker: „Die Nervenzellen unterscheiden sich in Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig ramificirt sich finden, und die ersteren (blassen Fortsätze) an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben.“ 2) In Bezug auf das Verhältniss der Nervenfasern und Nervenzellen zu einander: „Alle Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen, oder in ihrem Verlauf durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden [49]).“ In der 1. Auflage, 1852, p. 68, hatte aber Kölliker gesagt: „Viele Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung“ etc. (er hatte also in den letzten zwei Jahren seine Ansicht modificirt). Kölliker sagt ferner: „In den Ganglien sind Zellen mit verästelten Fortsätzen selten (in der Mikroskop. Anatomie p. 408 sagt Kölliker: In den Ganglien fehlen Zellen mit vielfachen verästelten Fortsätzen, und an ihren Stellen finden sich nur solche mit einem oder zwei blassen Fortsätzen) und an ihrer Stelle

[47]) Kölliker, Gewebel., 2. Aufl., p. 303. 304. [48]) Kölliker, Gewebel. 1852. 1. Aufl. p. 69; 2. Aufl. 1855.
[49]) Kölliker, Gewebel. 2. Aufl. 1854. p. 91.

finden sich nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier blassen Anhängen, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen." Ibid. pag. 291. Dass . . . „die blassen Fortsätze der Nervenzellen (uni-, bi-, multipolaren) an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Fasern haben", sagt Kölliker ibid. 1. Aufl. p. 272; 2. Aufl. p. 290. Hiermit erkennt Kölliker die Ansicht an, dass die Fortsätze der Nervenzellen als wahre Nervenfaser-Anfänge zu betrachten sind, und dass die Nervenfasern mit den Nervenzellen in einer weit verbreiteten anatomischen Verbindung stehen. Es ist daher um so auffallender, wenn er, pag. 291 seiner „Gewebelehre", 2. Aufl. 1854, sagt: „R. Wagner behauptet, dass alle Fortsätze von Nervenzellen entweder in Nervenfasern übergehen, oder zur Vereinigung von Nervenzellen dienen, ist jedoch die Beweise für diese Sätze schuldig geblieben." Demnach giebt Kölliker selbstverständlich ganz entschieden zu, dass er auch noch Fortsätze von Nervenzellen annimmt, die weder in Nervenfasern übergehen, noch zur Verbindung mit anderen Zellen dienen, also etwa frei enden, wie er zuerst annahm. Den Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern mit den Fortsätzen der Nervenzellen im Rückenmarke des Frosches sah Kölliker schon 1844 („glaubt gesehen zu haben") [50]. Im Frosch-Rückenmark sah Kölliker [51]) auch bei seinen neuesten Untersuchungen in gewissen Fällen, dass Nervenzellen-Fortsätze aus der grauen Substanz in die weisse Substanz eintreten; daher ist Kölliker geneigt, einen Uebergang derselben in dunkelrandige Fasern zu statuiren, ohne jedoch ein bestimmtes Urtheil zu fällen, so lange nicht dieser Uebergang wirklich demonstrirt ist. Kölliker neigt sich endlich [52]) zu der Ansicht hin, dass auch die kleinen Zellen (Kupffer's und Bidder's Bindegewebskörper des Frosch-Rückenmarks) Nervenzellen sind und als Ursprungsorte von Nervenfasern functioniren, doch will sich Kölliker „nicht mit Bestimmtheit aussprechen, da es sich hier um eine der delicatesten Fragen handelt."

Erwägen wir diese Mittheilungen unserer Vorgänger, so scheint kaum ein Zweifel über die Frage zu bestehen, dass Nervenzellen-Fortsätze in wirkliche Nervenprimitivfasern übergehen. Was (Wagner, s. u., und) Gratiolet über den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in vordere Nervenwurzeln und Fasern der Seitenstränge sagt, stimmt ganz mit meinen Erfahrungen überein. Schilling's Beobachtungen des Uebergangs eines Nervenzellen-Fortsatzes in eine vordere Nervenwurzel-Faser habe ich in zahlreichen Fällen am Menschen- wie am Säugethier-Rückenmark bestätigen können. Eben so muss ich auch im Allgemeinen mit Bidder übereinstimmen, wenn er den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen des grauen Vorderhorns in Nervenprimitivfasern als vielfach vorkommend bezeichnet. Desgleichen kann ich den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in Längsfasern der Seitenstränge mit Schröder van der Kolk bestätigen, und Lenhossék's Angabe im Allgemeinen als wohlbegründet bezeichnen. Ob Remak's (und Hirschfeld's) Annahme, dass jede Nervenzelle einen Fortsatz in eine motorische Wurzelfaser schickt, gegründet ist — kann ich nicht entscheiden. Die bis jetzt vorliegenden Thatsachen sprechen nicht für diese Ansicht. Es ist mir sogar wahrscheinlich, dass gar viele Nervenzellen keinen solchen Fortsatz aussenden, z. B. die isolirten Nervenzellen in den weissen Seiten-, Hinter- und Vordersträngen. In Bezug auf Bidder's und Kupffer's neueste Angaben, so stimmen auch meine Beobachtungen für den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in Längsfasern der weissen Substanz; eben so für den Uebergang in vordere Nervenwurzelfasern. Was Metzler's Angaben über das Vogel-Rückenmark betrifft, so verdient dessen offenes Bekenntniss, dass er den von ihm angenommenen Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in Nervenprimitivfasern niemals in der Wirklichkeit beobachtet habe, hervorgehoben zu werden. Ich habe in wiederholten Fällen den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen des grauen Vorderhorns in vordere Nervenwurzeln (im Rückenmark

[50]) Kölliker in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. I. p. 144. Mikroskop. Anat. II. 1. 1850. p. 429. 408.

[51]) Kölliker in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1857. IX. [52]) Kölliker, ibid. Bd. IX.

des Puters, Sacralanschwellung) direct in unzweifelhafter Weise beobachtet. Auch Owsjannikow's Beobachtungen über den Ursprung der Müller'schen Fasern von Nervenzellen im Rückenmark des Petromyzon stimmen mit meinen Erfahrungen überein. Auch Bidder's und Kupffer's Angaben über den Ursprung vorderer Nervenwurzelfasern aus Nervenzellen-Fortsätzen des grauen Vorderhorns bei Fischen kann ich aus eigner Erfahrung bestätigen (bei Petromyzon auf Längsabschnitten, bei Squalus auf Querabschnitten). In Betreff der von Kupffer, so wie der von Bidder und Kupffer gemachten (widersprechenden) Angaben über den Ursprung von Nervenprimitivfasern aus Nervenzellen-Fortsätzen bei Fröschen, so muss ich, meinen Erfahrungen nach, ganz das Nämliche wie von den übrigen Thierklassen behaupten. Es verdient hierbei hervorgehoben zu werden, dass Kupffer eine Thatsache, welche er 1854 als eine sichere bezeichnete („certissime mihi persuasi . . .“), drei Jahre später als eine, wenn auch nicht falsche, doch unsichere Beobachtung bezeichnet, und Bidder stellt sogar das, was Schilling über das betreffende Verhältniss als sicher ermittelt hingestellt hatte (Bidder u. Kupffer, l. c. p. 61) wieder in Zweifel. Das Eingeständniss eines Irrthums verdient unter allen Umständen unsere Anerkennung. Indessen kann ich in diese Zweifel Bidder's und Kupffer's nicht einstimmen, mögen sie sich auf das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, oder auf das der Vögel und Amphibien beziehen. Ich habe positive Beweise für die Existenz jenes anatomischen Verhältnisses bei allen Thierklassen an Präparaten, welche mir keinen Zweifel übrig lassen.

Betrachten wir nun die zwischen Wagner und Kölliker bestehende Controverse genauer. Es ist hierbei unser Zweck, nicht blos die wirklichen Thatsachen festzustellen, sondern auch möglichst die Erklärung über die Entstehung der differenten Ansichten zu liefern. Denn es muss der Wissenschaft von Werth sein, bestimmen zu können, auf welche Weise es kommen konnte, dass zwei so gewandte, bedeutende Forscher auf diesem Felde, wie Wagner und Kölliker sind, denen man gewiss das aufrichtigste Streben nach Erforschung der Wahrheit, verbunden mit der bedeutendsten Gewandtheit in Handhabung des Mikroskops, wie in Ausführung der feinsten Zergliederung organischer Stoffe, zuerkennen muss, bei Untersuchung einer und derselben Materie zu so in vieler Hinsicht widersprechenden Resultaten gelangen konnten.

Wenden wir uns zuerst zu R. Wagner's Untersuchungen. Sein Schluss, dass 1) ein blasser Fortsatz einer Nervenzelle in den Axencylinder einer breiten (dunkelcontourirten) Nervenfaser übergeht, beruht auf wiederholter positiver Beobachtung. Man müsste geradezu einer jeden mikroskopischen Forschung allen Werth absprechen, wenn es möglich wäre, dass Wagner diese von ihm beschriebenen und abgebildeten Verhältnisse nicht in der bezeichneten Weise gesehen und erkannt hätte. Tausende negativer Erfahrungen anderer Forscher beweisen durchaus nichts gegen die wiederholten positiven Wagner's, welche ich nach neueren Untersuchungen durchaus bestätigen muss.

2) Wagner bildet (l. c. Tab. XIV. Fig. VI. u. VII.) Nervenzellen der Centralorgane ab, von deren Parenchym unmittelbar dunkelrandige Nervenfasern abgehen; hier sehen wir also ein anderes Verhältniss. Die Nervenfasern treten, wie in den Spinalganglien etc., unmittelbar in das Parenchym der Nervenzelle ein, und zeigen sich nicht erst als mit blassen Fortsätzen der Nervenzellen in Continuität stehend, oder: es liegt zwischen der Nervenzelle und der entschieden dunkelrandigen Primitivfaser nicht erst eine kürzere oder längere Strecke des blassen Fortsatzes der Nervenzelle. Ich habe dieses Verhältniss wiederholt gesehen. Ich bekenne aber, dass Beobachtungen an mit Nadeln zerzupften Präparaten mir nicht als genügende Beweise erscheinen, um das wirkliche Entspringen dieser Nervenfasern von der Nervenzelle darauf hin zu behaupten. Durch das Zerzupfen des betreffenden Stücks aus dem Central-Nervensystem (des Kalbs- und Ochsen-Rückenmarks, Med. oblong.) könnten die Nervenfaser-Fragmente eben so wohl unter wie auf die Zelle gelangt, durch das vor der mikroskopischen Untersuchung aufgelegte Deckgläschen an die Zelle angedrückt sein, und so den Schein bewirken, als entsprängen jene Faserfragmente von der betreffenden Zelle. Ich habe in manchen

solcher Fälle durch die stärksten Vergrösserungen den organischen Zusammenhang der Elementarröhrchen jener Nervenfaser-Fragmente mit denen der betreffenden Zellen zu erforschen gesucht. Es ist mir aber unter solchen Umständen nicht möglich gewesen, einen solchen Zusammenhang mit derjenigen Bestimmtheit nachzuweisen, welche die Wissenschaft zur Begründung der betreffenden Behauptung verlangen muss. Aus diesem Grunde muss ich daher auch Wagner's Abbildungen, so weit sie dieses letzte Verhältniss darstellen, vorerst noch als nicht streng beweisend und nicht als Stütze seiner Anschauung bezeichnen. Dagegen habe ich in feinen Längsabschnitten den unmittelbaren Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in Längsfasern des Rückenmarks mit unzweifelhafter Evidenz gesehen, so dass ich das Entspringen dunkelrandiger Nervenfasern von centralen Nervenzellen in dieser Weise als unzweifelhaft dargelegt betrachten muss.

3) Wagner behauptet, dass ein blasser Fortsatz einer Nervenzelle sowohl ohne vorhergehende Bifurcation, wie nach vielfacher Theilung, in eine Nervenfaser übergehen kann. Nach allen Thatsachen lässt sich gegen die Wahrheit dieses Satzes nichts Wesentliches einwenden. Wagner kannte oder berücksichtigte zwar die feinen Elementarröhrchen nicht, die aus zahllosen Punkten eines jeden, anscheinend sich nicht theilenden Fortsatzes jeder Nervenzelle aus- (und ein-) treten; und insofern bedarf Wagner's Ausspruch nach den Ergebnissen meiner Erfahrungen einer Modification. Ausserdem aber sprechen seine Abbildungen wie seine Mittheilungen, und auch die allgemeine Erfahrung anderer Forscher von der vielfachen Theilung der Zellenfortsätze, für den von ihm aufgestellten Satz. Hierbei kann es auf die Breite der Primitivfaser, in welche der betreffende Nervenzellen-Fortsatz sich einsenkt, durchaus nicht ankommen, worüber weiter unten noch Genaueres.

4) Wagner behauptet endlich, dass — ausser den Commissuren zwischen zwei Nervenzellen — alle Fortsätze der Nervenzellen in Nervenfasern übergehen. Diese Behauptung gründet sich weniger auf directe Beobachtung, als auf den Schluss aus Analogie. Denn Niemand wird behaupten, dass er alle Fortsätze einer Nervenzelle zu isoliren im Stande wäre. Wer die zahllosen Verbindungen, austretende und eintretende Fasern oder Röhrchen breiter wie feinster Gattung, an einer Nervenzelle jemals beobachtet hat, der wird zugeben, dass die Isolirung einer Nervenzelle mit den Hülfsmitteln der heutigen Anatomie ein sehr grobes, die allermeisten Verbindungen der Zelle zerreissendes, zerstörendes Verfahren genannt werden muss, bei welchem nur durch Zufall die dicksten, derberen Fortsätze der Zelle dem rohen Eingriff der zerreissenden Nadel einigen Widerstand leisten. Wenn man aber die Fortsätze der Nervenzellen in feinen Abschnitten mikroskopisch verfolgt, so wird man bald zu der Ansicht kommen, dass ein grosser Theil derselben sich bis in die feinsten Elemente zertheilt, die feiner sind als die Axencylinder der feinen Primitivnervenfasern, und welche man nur als Elementarröhrchen betrachten kann, die bald Bestandtheile von Nervenfasern, bald von Zellen und den verschiedenen Abtheilungen derselben bilden. Aus diesem Grunde scheint mir die oben bezeichnete exclusive Ansicht Wagner's von dem Uebergang aller Nervenzellen-Fortsätze in Nervenfasern der thatsächlichen Begründung zu entbehren, ja — im Gegentheil — durch die Thatsachen bedeutend modificirt oder widerlegt.

Wenden wir uns zu Kölliker's Ansichten.

1) Er läugnet den Zusammenhang der Nervenzellen mit Nervenfasern, weil im Rückenmark die Fasern der Nervenwurzeln durch die graue Substanz zwischen deren Zellen hindurch treten, ohne dass man deren Zusammenhang sieht.

Meine Erfahrungen stimmen zum grossen Theile mit denen Kölliker's überein, d. h. man sieht in Abschnitten die Fasern in den grauen Vorderhörnern im Ganzen so verlaufen, wie Kölliker angiebt; man sieht keine auffallenden Verbindungen von Fasern mit Nervenzellen, in der Art, wie man auffallende durchtretende Bündel zwischen den Nervenzellenhaufen gewahrt; aber — daraus folgt noch nicht der von Kölliker gezogene Schluss; es können darum dennoch die Verbindungen der Fasern

mit den Nervenzellen existiren. Man sieht solche nur nicht so leicht in feinen Abschnitten. Was man hier meistens sieht, sind die Nervenzellen-Fortsätze und die Faserfragmente; was man weniger sieht, sind die ununterbrochenen Continuitäten der Fasern in langer Strecke, weil der Schnitt solche vielfach trennt. Darum ist es so schwer, die Verbindung der Fasern mit den Nervenzellen zu sehen, weil die Strecke von einer Nervenzelle bis zu derjenigen einer evident als solche nachweisbaren Nervenfaser meist eine relativ lange ist, die durch den Schnitt bei'm Anfertigen des Segments vielfach unterbrochen wird. Aber eine positive Erfahrung entscheidet auch hier wiederum gegen Tausende von negativen. Und diese positive Erfahrung habe auch ich gemacht. Ich habe in vielen Fällen gesehen, dass ein ungetheilter Fortsatz einer Nervenzelle in die centrale Bahn einer vorderen Nervenwurzel überging; ob die Hülle der Nervenzelle in die Hülle der Nervenfaser, der Fortsatz des Zellenparenchyms in die Axenfaser und Markscheide verlief, konnte ich nicht in jedem Falle gleich klar ermitteln. Aber die grosse Nervenzelle lag unmittelbar an dem vorderen Rande der grauen Vorderhörner, in der centralen, auffallend breiten Bahn einer vorderen Nervenwurzel. Der nach vorn gerichtete Fortsatz der Nervenzelle lief in ziemlich langer Strecke parallel mit den Fasern der motorischen Nervenwurzel, so weit er beobachtet werden konnte. Die Elementarröhrchen des sogenannten Nervenmarks und der Hülle des betreffenden Nervenzellen-Fortsatzes standen mit den entsprechenden Elementarröhrchen der nächstbenachbarten Nervenprimitivfaser in gleicher Verbindung, wie solche an den Nervenprimitivfasern der weissen Substanz überhaupt beobachtet wird. Diese Beobachtung kann, meines Erachtens, nicht anders gedeutet werden, als von mir geschehen; man müsste denn annehmen, dass der Fortsatz sich innerhalb der motorischen Nervenbahn in den weissen Vordersträngen noch zertheilt habe. Was von den grauen Vorderhörnern gilt, muss ich auch von den grauen Hinterhörnern behaupten.

2) Kölliker sah die Fortsätze der Nervenzellen ohne Ausnahme in die feinsten Fasern sich zerspalten. Darin findet Kölliker den Grund gegen Wagner's Annahme. Gewiss müsste man Kölliker'n beipflichten, wenn er von der Mehrzahl der Nervenzellen-Fortsätze jene Behauptung aufgestellt hätte. Aber „ohne Ausnahme" jenes Verhalten anzunehmen, wird schon durch die breiten Commissuren der centralen Nervenzellen unstatthaft. Die Schwierigkeit, mit unsern heutigen Präparirmethoden jene Verhältnisse zu finden, und der Umstand, dass man bei Isolirung einzelner Nervenzellen und ihrer Fortsätze mittelst Nadeln stets (mit höchst seltenen Ausnahmen, bei Auffindung von Commissuren zweier Zellen) neue und immer feiner werdende Theilungen der einzelnen Fortsätze bloslegt, macht Kölliker's Behauptung erklärlich.

3) Kölliker behauptet, dass, im Fall des Uebergangs der Zellenfortsätze in eine Nervenfaser, der betreffende Fortsatz in seiner Totalität in die Faser übergehen müsse, bei Wagner aber nur der schmale Theil des Fortsatzes (den Kölliker einem Axencylinder ohne Mark gleich hält) in die Nervenzelle übergehend erscheine (resp. gezeichnet sei). Diese Argumentation Kölliker's stützt sich auf das von ihm erkannte Verhalten der Fortsätze der Nervenzellen in den Spinalganglien. Daraus folgt aber noch nicht, dass die centralen Zellen sich ganz eben so, oder in ganz gleicher äusserer Erscheinung verhalten müssten; und hier ist wieder eine beobachtete Thatsache schlagend gegen alle Analogieen und negativen Erfahrungen. Eine von einer Zelle entspringende Primitivnervenfaser muss — so scheint es mir — nicht nothwendig und unter allen Umständen aus einem Zellenfortsatz in toto bestehen, wie das bei den Fortsätzen der Nervenzellen in den Spinalganglien und peripherischen Ganglien überhaupt häufig der Fall ist. Es ist auch möglich, und nach den bisherigen Beobachtungen selbst nicht unwahrscheinlich, dass in einem dicken Fortsatz einer centralen Nervenzelle wenn auch nicht mehrere Axencylinder, so aber doch die Elemente zu mehreren Axencylindern, resp. Primitivnervenfasern, enthalten sein können. Ausserdem habe ich den Uebergang einer Nervenprimitivfaser der weissen Substanz in toto in eine Nervenzelle gesehen.

Ueber das Verhalten des Axencylinders einer in eine peripherische Nervenzelle eintretenden

Primitivnervenfaser wissen wir bis jetzt noch nichts mit genügender Sicherheit (s. übrigens oben p. 929). Wir wissen, dass in peripherischen wie in centralen Nervenzellen, mit welchen sich dunkelrandige Nervenfasern in Verbindung setzen, das „Mark" der Nervenfasern sich bald in das Parenchym der Zelle erstreckt (s. Wagner's, Bidder's und Anderer Beobachtungen), bald aber auch an der Uebergangsstelle der Faser in die Zelle fehlt, und nur ein blasser Fortsatz, dem Axencylinder mehr oder weniger ähnlich, das kürzere oder längere Verbindungsglied zwischen Zelle und Faser darstellt. Noch viel weniger aber wissen wir genau, wie sich die einzelnen Schichten oder Schläuche des Axencylinders, oder die Elementarröhrchen, aus welchen jene zusammengesetzt sind, innerhalb der Zelle verhalten. Eben so wenig Specielles wissen wir über das Verhalten der Elementarröhrchen der Nervenfaser, die als „das Mark" der Faser bezeichnet werden, nach dem Eintritt der Faser in die Zelle zu sagen. Wir können nur so viel behaupten, dass die feinsten Elemente, aus welchen die Zellenfortsätze bestehen, den Elementen, aus welchen die Nervenprimitivfasern bestehen, vollkommen — in ihrer äusseren Erscheinung, und so weit unsere jetzigen Hülfsmittel erkennen lassen — gleich sind. Dieses zugegeben, und mit Rücksicht auf den Umstand, dass die zahllosen Elementarröhrchen, in welche sich die grossen Nervenzellen-Fortsätze der grauen Substanz des Rückenmarks zertheilen, vielfach communiciren, ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, dass aus Verbindungen solcher feinster Fortsätze verschiedener Nervenzellen, die mehr oder weniger weit von einander entfernt liegen, also von oft entfernten Orten her zusammenkommen, neue Axencylinder wie neue Primitivnervenfasern gebildet werden. Ein feinster Ast eines Nervenzellen-Fortsatzes kann also — entfernt von seiner Zelle — als erstes Element eines Axencylinders oder als ein Element einer Primitivnervenfaser bestehen. Durch Hinzutreten neuer Elementarröhrchen, welche als feinste Verästelungen anderer Nervenzellen-Fortsätze von verschiedenen Entfernungen und Richtungen herkommen, und sich mit jenem ersten Elemente verbinden, kann dann sowohl nach und nach die Bildung des Axencylinders, wie die Bildung der ganzen Primitivnervenfaser vervollständigt, und somit jenes feine Element durch Anlagerung neuer allmählig verbreitert werden, um endlich als complete Nervenprimitivfaser zu erscheinen. Wenn dieses aber der Fall ist, so muss auch bei verschiedenen Präparationen, je nach den verschiedenen Methoden, welche eine Zelle mit einer Faser in Verbindung zeigen, bald nur ein Theil des Axencylinders als ganz schmaler, blasser Fortsatz, bald der ganze Axencylinder als blasser und etwas breiterer Fortsatz der Zelle ohne umgebende „Markschicht", als Verbindungsglied zwischen der betreffenden Zelle und der dunkelrandigen Primitivfaser erscheinen. Bedenkt man, dass die Präparation selbst, welche solche Verbindungen darlegt, stets die grösste Zahl der feinsten Elementarröhrchen, welche den betreffenden Nervenzellen-Fortsatz mit seiner nahen und fernen Umgebung verbinden, zerstört hat, und man nur die Reste der vielfachen Verbindungen sieht, dass man also den ganzen schmalen Verbindungstheil zwischen Nervenzelle und Nervenprimitivfaser als eine geringe Spur betrachten muss, die uns nur einen ganz kleinen Theil der tausendfachen Verbindungen darlegt, in welchen Zellen und Fasern mit einander stehen, — alsdann wird man zugeben, dass man auch das feinste Röhrchen, welches man von einer Nervenzelle ausgehen und in eine dunkelrandige Primitivfaser mit Evidenz eintreten, oder das Verbindungsglied beider bilden sieht, als Beweis von dem unmittelbaren Zusammenhang der Primitivfaser und der Nervenzelle betrachten muss. Wenn nun gar ein solches Verbindungsglied die Breite eines Axencylinders (und mit grosser Wahrscheinlichkeit wohl auch dessen Organisation) besitzt, wie Kölliker für Wagner's Beobachtungen nicht läugnen will, — so ist hiermit auch Wagner's ganzer Satz zugegeben. Ueberdies ist zu erwägen, dass alle diejenigen Fortsätze von Nervenzellen, welche durch ein schmales Verbindungsglied mit einer breiten Nervenprimitivfaser zusammenhängen, durch die Präparation nichts weniger als in ihrer natürlichen Form gelassen, sondern ganz entschieden verstümmelt worden sind. Die schmale Verbindungsstelle ist also gewöhnlich nur eine solche, an welcher eine grössere oder geringere Anzahl von Elementarröhrchen durch die Präparation abgerissen worden ist.

4) Kölliker glaubt, dass die Fortsätze der Nervenzellen auch für sich bestehen könnten, und nicht nothwendig mit Nervenröhren in Verbindung stehen müssten, z. B. die Fortsätze des „grauen Centralkerns des Rückenmarks" oder des Filum terminale, welche Theile von „fast keinen" Nervenröhren durchzogen seien. Dieses Argument Kölliker's erscheint meines Erachtens nicht genügend gestützt. Die genannten Theile enthalten, wenn auch „fast keine", doch immer feine Primitivfasern. Die freien Endigungen der feinen Ramificationen der Nervenzellen sind aber nur Artefacte, durch die Präparation entstanden, wie Kölliker gewiss zugeben wird; und Kölliker ist gewiss auch nicht der Meinung, dass die (anscheinenden) freien Enden, welche bei der Enucleation einer Nervenzelle und ihrer Fortsätze sichtbar werden, die wirklichen natürlichen Endigungen jener Fortsätze seien, die nicht noch in feinere Aeste sich zertheilen, welche aber mit unseren relativ zu groben Hülfsmitteln gar nicht einzeln darstellbar sind, weil sie bei der Präparation abreissen. Kölliker giebt also gewiss zu, die wirklichen natürlichen letzten Endigungen eines centralen Nervenzellen-Fortsatzes weder je isolirt noch je direct beobachtet zu haben. Aus diesem Grunde wird Kölliker aber auch jene Behauptung nicht anders als eine Hypothese betrachten, für welche bis jetzt noch keine Thatsachen sprechen.

5) Kölliker sagt mit Recht, dass die Aehnlichkeit der Zellen-Fortsätze mit Axencylindern nicht maassgebend sei für die Annahme einer Identität beider Theile, da ja auch die Zellenfortsätze für sich auslaufen könnten, ohne in Nervenfasern überzugehen. Diese Ansicht Kölliker's beweist dessen grosse Vorsicht und scharfe Kritik bei der Deutung so verwickelter Verhältnisse. Indessen seine Ansicht wird nicht gestützt durch die Annahme von einer freien Endigung der Zellenfortsätze, für welche, wie ich oben auseinandergesetzt habe, keine Thatsache spricht.

6) Kölliker gesteht nur den Uebergang der blassen Fortsätze der Nervenzellen in die feinsten, nicht mehr dunklen Nervenröhren von 0,0004'''—0,001''' möglicher Weise zu. Streng genommen wäre hier Kölliker auf dem Wege der Uebereinstimmung mit Wagner. Denn es kann wesentlich nicht auf die Breite der Nervenfasern ankommen, in welche die Zellenfortsätze übergehen, wenn es sich um das Factum des Zusammenhangs beider überhaupt handelt. Es fragt sich sehr, ob nicht eine schmale Faser sich allmählig in eine breite verwandelt, und umgekehrt, während des Lebens; die verschiedenen Metamorphosen der Fasern wie der Zellen sind uns ja ohnehin so gut wie unbekannt. Giebt man also den Zusammenhang mit einer Faser von 0,001''' Breite zu, so wird man kaum den Zusammenhang mit breiteren läugnen können. Und selbst Kölliker spricht diese Ansicht aus, indem er annimmt, dass blasse Fasern feinster Gattung in ihrem weiteren Verlaufe markhaltig — also breiter werden. Ich habe aber den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in die breitesten Nervenprimitivfasern direct gesehen.

7) Kölliker beobachtete den Ursprung einer dunkelrandigen Faser von einer Nervenzelle im Rückenmark des Frosches [53]) und bildete dieses Verhalten und die dunkle Doppelcontour in Fig. VII. Taf. XI. ab, giebt also die Frage für das Rückenmark niederer Thiere zu, will aber für das Rückenmark der höheren Wirbelthiere hieraus keinen Schluss zugeben. Hier ist Kölliker wiederum in hohem Grade vorsichtig in seinen Schlüssen. Indessen haben die Untersuchungen über den Bau der Nervenzellen etc. gelehrt, dass dieselben überall und in allen Classen des Thierreichs im Allgemeinen und wesentlich von gleicher Beschaffenheit sind; ist also die Thatsache für Amphibien festgestellt, und kommen andere für höhere Wirbelthiere dazu, so wird die Analogie zur Sicherheit. Der Zweifel Kölliker's basirt hauptsächlich in dem Mangel eigner Beobachtung dieser Verhältnisse bei Säugethieren. Indessen ist es nicht nothwendig, dass man an jeder Stelle des Nervensystems und dass ein jeder Beobachter die betreffende Thatsache selbst findet, um jenes Gesetz aufzustellen.

[53]) Kölliker, in: Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zoologie. I. p. 144.

8) Kölliker bezweifelt die von Bidder ausgegangenen Behauptungen über die Verbindung von Nervenzellen mit Nervenfasern (Fortsetzungen der Nervenwurzeln) in der grauen wie in der weissen Substanz des Rückenmarks, so weit solches von Bidder selbst und dann von Schilling, Owsjannikow etc. mitgetheilt worden. Ich habe oben über diese Verhältnisse bei Fischen etc. meine Erfahrungen mitzutheilen Gelegenheit genommen. Hierbei bemerke ich, dass ich durchaus mit Kölliker einverstanden bin, so weit er die leichte Beobachtung solcher Verhältnisse bei Menschen, wie sie von Bidder dargelegt erscheint, läugnet. Auch bei Fischen ist es mir nie gelungen, Owsjannikow's hauptsächlichste Behauptungen (z. B. den Ursprung motorischer und sensibler Wurzelfasern von einer Nervenzelle u. s. w.) bestätigt zu finden, obwohl ich eine lange Reihe der trefflichsten Präparate vom Rückenmark des Petromyzon etc. mit Rücksicht hierauf untersuchte. Desgleichen habe ich Kupffer's wichtigste Behauptungen über das Verhalten der Nervenzellen bei Fröschen (s. o. p. 255, 888, ff., u. p. 955) nicht bestätigen können. Die Schwierigkeit oder die Unmöglichkeit der Bestätigung solcher Thatsachen, welche von genannten Forschern als ganz leicht ermittelbar bezeichnet werden, muss begreiflicher Weise jeden unbefangenen später prüfenden Forscher, eben so wie Kölliker, mit dem grössten Misstrauen gegen die Annahme von Sätzen erfüllen, welche eben auf jene Beobachtungen basirt werden. Auch ich würde, auf jene von Bidder und seinen Schülern mitgetheilten Erfahrungen hin, und auf das was ich aus sorgfältiger Wiederholung ihrer Arbeiten in Erfahrung gebracht habe, nicht im Stande sein, Kölliker's Zweifel an dem Ursprung von Nervenfasern aus Nervenzellen im Mindesten zu schwächen. Indessen die anderweiten, im Obigen von mir besprochenen, Thatsachen sprechen mit einer Entschiedenheit, dass an deren Bedeutung nicht mehr zu zweifeln ist.

9) Kölliker behauptet, dass in der Rinde des Cerebellum an den Zellenfortsätzen nirgends Anastomosen oder Uebergänge in Nervenfasern beobachtet worden seien. Dieses beweist aber nicht, dass nicht dennoch solche existiren; und ich kann nicht mit R. Wagner übereinstimmen, wenn er jede dieser Zellen mit ihren Verästelungen als ein in sich abgeschlossenes Gebiet betrachtet, das ohne Verbindung mit der nahen oder fernen Umgebung bestehe.

Kommen wir zum Schlusse, so finden wir als Hauptargumente Kölliker's gegen Wagner's Ansichten: 1) Kölliker sah keine Anastomosen zwischen den centralen Nervenzellen. 2) Kölliker beobachtete (an Säugethieren) niemals den unmittelbaren Zusammenhang einer dunkelrandigen Nervenfaser mit einer solchen Nervenzelle. 3) Kölliker fand stets, dass die Fortsätze der centralen Nervenzellen sich bis in die feinsten Verästelungen zertheilen.

Diesen Argumenten Kölliker's stehen aber, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, zum Theil Thatsachen entgegen, wie die von Andern und von mir beobachteten Anastomosen zweier centralen Zellen durch einen dicken Fortsatz. Ferner sind Kölliker's Beobachtungen am Frosch-Rückenmark und die von ihm zugegebene Thatsache, dass (auch bei Säugethieren) eine blasse Faser in ihrem weiterem Verlaufe markhaltig und also eine dunkelrandige werden kann, genügende Gründe gegen das (unter 2) angeführte Hauptargument desselben. Und endlich ist dessen (sub 3) bezeichnetes Argument nicht streng beweisend, weil seine negativen Resultate die Ergebnisse unserer relativ zu rohen Untersuchungsmethode sind; ausserdem aber diesen die positiven Resultate Wagner's u. A. wie meine eigenen gegenüberstehen, die hier doch mehr beweisen, als Tausende von negativen. Wer wollte überdies läugnen, dass der Zufall das, was bis jetzt diesem Forscher (Kölliker) versagt war, bei einer folgenden Untersuchung ihm vor die Augen führen könnte, nämlich Verhältnisse zwischen Faser und Zelle, wie sie Wagner sah und abbildete, und wie ich selbst beobachtete. Ich muss mich hiernach in Betreff des Verhältnisses der Fortsätze centraler Nervenzellen zu den Nervenprimitivfasern auf die Seite R. Wagner's, Remak's, Bidder's, Kupffer's, Owsjannikow's, Schröder v. d. Kolk's und aller übrigen oben angeführten Forscher stellen, gegen Kölliker, dessen neueste

Angaben (s. oben pag. 961) über das Frosch-Rückenmark, selbst wo sie das betreffende Verhältniss zugestehen, doch viel zu wenig positiv lauten.

Eine Stelle, an welcher das Entspringen der Nervenprimitivfasern von Nervenzellen gar keinen Zweifel mehr aufkommen lässt, und an welcher diese Beobachtung, bei passender Vorbereitung, auch wirklich leicht zu machen ist, habe ich in dem Lobus electricus cerebri des Raja Torpedo gefunden. An diesem Theile kann man den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen und deren centralen Verlauf im ganzen Umfang, bis in den peripherischen hinein, mit Sicherheit und Entschiedenheit beobachten, nämlich den Ursprung des Ramus electricus N. Vagi und des N. Trigeminus aus den den Lobus bildenden Nervenzellen. Macht man einen senkrechten Querdurchschnitt, durch die Mitte der Lobi electrici und die Wurzel des Vagus fallend, fertigt von einer der beiden so gewonnenen Durchschnittsflächen einen feinen Abschnitt, alsdann hat man folgendes Bild, wenn man jenen anfangs unter 15-facher, und in progressiv verstärkter bis 400-facher Linearvergrösserung unter dem Mikroskop betrachtet. (S. Taf. XXVI). Die sämmtlichen Fasern der Nervenwurzeln senken sich in den Lob. electricus ein, und breiten sich darin in den verschiedensten Weisen aus, meist fächerförmig, auf weite oder längere Strecken in Continuität sichtbar. Dass dieselben selbst bis zu der äussersten Peripherie (hinterer Oberfläche) der Lobi electrici gehen, sieht man an vielen auf die unzweideutigste Weise. Sie laufen also von vorn und unten nach innen, oben und hinten, und inseriren sich hier in die einzelnen Nervenzellen, resp. die Fortsätze der einzelnen Nervenzellen bilden die Primitivnervenfasern. Es ist zwar auch hier nicht gar zu häufig, dass man den Uebergang der einzelnen Nervenzellen-Fortsätze in eine Primitivfaser sieht, weil diese Fortsätze nicht immer in gerader Richtung in die Nervenprimitivfasern übergehen, letztere vielmehr in Windungen sich mannigfach zwischen den Nervenzellen bewegen, ehe sie in einen Fortsatz übergehen; aber einige Male sieht man auf feinen Abschnitten unter einigen Dutzenden das auf Taf. 25, Fig. 3, u. a., skizzirte Verhalten. Der Fortsatz der Nervenzelle ist sehr durchsichtig, verläuft eine kurze Strecke mit einfacher ganz feiner Contour, erscheint bei schwacher (200-facher) Vergrösserung ganz durchsichtig, und erst $^1/_{30}{}'''$—$^1/_{50}{}'''$ von der Nervenzelle entfernt geht er in eine dunkle breitrandige Nervenprimitivfaser über. Auch finden sich Nervenzellen, deren Fortsatz, ohne sich zu verdünnen und durchsichtiger zu werden, in eine Primitivnervenfaser übergeht. Die Taf. XXV bringt die Abbildung einiger solcher Zellen, und auf Taf. XXVI habe ich die Darstellung eines Querabschnitts aus dem Lobus electricus Rajae, wie solcher bei 50-facher Linearvergrösserung erscheint, gegeben, weil dieses Bild mir überaus instructiv zu sein scheint, und weil ich glaube, dass gerade dieser Theil für die Zukunft dazu dienen wird, um den Satz: dass die Fortsätze der multipolaren Nervenzellen der Centralorgane in Nervenprimitivfasern übergehen, als einen unantastbaren, mit Sicherheit für die Wissenschaft eruirten, und von nun an unbezweifelbaren zu betrachten. In dem Lobus electricus cerebri des Zitterrochens hat man gewissermaassen ein ganz isolirtes, cerebrales Ganglion, welches mit dem eigentlichen Hirnstamm, resp. der Medulla oblongata, nur durch wenige Fasern in Verbindung steht, — ein Ganglion, sage ich, das ganz und gar mit den von mir als „Kernen" bezeichneten Ursprungsstätten der verschiedenen Hirn-Nerven (s. meine Schrift über die Medulla oblongata, 1843, so wie die andere Schrift über den Pons Varolii, 1847) innerhalb der Medulla oblongata, des Pons Varolii u. s. w. in Parallele gesetzt werden muss, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Kerne für den Nervus Hypoglossus, Vagus, Trigeminus, Facialis, Abducens u. s. w. ringsum von Nervenprimitivfasern und anderen Nervenelementen u. s. w. eingeschlossen, ganz in das Gewebe der Medulla oblongata oder des Pons eingebettet sind, und erst künstlich sichtbar gemacht, auch nicht ohne vielfache Störung ihrer Verbindungen und ihres ganzen Zusammenhangs isolirt werden können, während dagegen der Lobus electricus ein fast ganz und gar isolirter, an der Oberfläche blossliegender Kern, oder ein mit grösstentheils ganz freier Peripherie versehenes Ganglion ist, aus welchem die genannten Nerven heraus ebenfalls ganz isolirt in ihre peripherischen Bahnen strahlen. Was für das Menschen-Gehirn der grosse

obere und untere Trigeminus-Kern ist (s. meine Schrift über den Pons Varolii, p. 33, 96, 97 u. a. O.), das liegt hier, im Gehirn des Torpedo, ganz frei, wie isolirt oder enucleirt gewissermaassen, vor unseren Augen. Und da die betreffenden Nerven (Vagus, Trigeminus) aus diesem isolirten Theile isolirt austreten, so ist hier die Annahme, dass die gedachten Nerven aus diesem Theile und aus keinem andern ihren Ursprung nehmen, schon a priori eine unabweisbare Nothwendigkeit, welche durch die mikroskopische Untersuchung zur wissenschaftlichen Evidenz wird.

5. Die endliche Bestimmung der verschiedenen Fortsätze einer Nervenzelle der grauen Substanz betreffend.

Nachdem wir nun im Vorausgehenden betrachtet haben, dass die endliche Bestimmung gewisser Nervenzellen-Fortsätze positiv diejenige ist, dass sie 1) eine Brücke mit benachbarten Nervenzellen bilden; 2) in Nervenprimitivfasern übergehen; 3) durch Verästelungen die Elemente verschiedener entfernter neuer Nervenprimitivfasern und vielleicht neuer Nervenzellen bilden oder in Verbindung setzen, haben wir hier noch die Ansichten der verschiedenen Forscher zu erörtern, welche sich auf das endliche Schicksal der Nervenzellen-Fortsätze überhaupt beziehen, so weit solches noch nicht im Vorhergehenden als bestimmt und im Allgemeinen ermittelt ausgesprochen worden ist. Ich werde mich hierbei nur ganz kurz fassen, da an vielen früheren Stellen dieser Schrift schon mehrfach diese Frage-Punkte berührt werden mussten.

Bekanntlich haben Todd und Bowman (1847), so wie Kölliker (1850—1855) u. m. A. die Fortsätze der grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner auf ziemlich lange Strecken im Rückenmark direct verfolgt, und Kölliker [54]) giebt speciell an, dass die genannten Nervenzellen-Fortsätze „im weiteren Verlaufe bis auf 0,01‴—0,24‴ verfolgt werden können." Dass hiermit meine Erfahrungen übereinstimmen, habe ich oben (p. 847, 852) dargelegt. Während nun Kölliker glaubt, dass diese Fortsätze, wenn auch nicht ausschliesslich, doch der Mehrzahl nach, nach mehrfacher Verästelung frei enden (s. o. p. 957), sind dagegen wohl alle übrigen Forscher der Ansicht, dass solche freie Enden nirgends existiren (s. o. p. 950, ff.), eine Ansicht, die auch ich theile, und womit R. Wagner, Bidder und seine Schüler, u. A. übereinstimmen. Auch Metzler (l. c. p. 34) spricht sich speciell dahin aus, dass freie Enden der Nervenzellen-Fortsätze „arte producti sunt."

In der neueren und neuesten Zeit haben nun Bidder und seine Schüler das endliche Schicksal der verschiedenen Nervenzellen-Fortsätze bei allen Nervenzellen als ein ganz bestimmtes bezeichnet. Zuerst hatte Owsjannikow (s. oben p. 254, 287, 288, 305) behauptet und bildlich dargestellt, dass aus einer und derselben Nervenzelle ein Fortsatz in eine vordere Nervenwurzel, ein zweiter in eine hintere Nervenwurzel gehe, der dritte durch die vordere Commissur hindurch in eine Nervenzelle der entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks eintrete, ein vierter nach aufwärts gegen das Gehirn sich wende und eine Längsfaser der weissen Substanz bilde; vom fünften Fortsatz liess er unentschieden, was er würde. Ich habe an mehreren Stellen dieser Schrift mich dahin ausgesprochen, dass ich diese Ansicht nicht als gerechtfertigt bezeichnen kann, und dass Owsjannikow seine Schlüsse nicht auf entscheidende Thatsachen gestützt hat. Denn auf einem Querabschnitt aus dem Rückenmark von Petromyzon (worauf Owsjannikow sich stützt) ist es ganz unmöglich, aus einer und derselben Nervenzelle in einem Segmente, resp. in einer einzigen Horizontalebene, hintere und vordere Nervenwurzeln entspringen zu sehen. Die Nervenwurzeln, hintere wie vordere, treten nämlich bei Petromyzon, von dem Insertionspunkte in die Rückenmarks-Oberfläche an, alle fächerförmig auseinander

[54]) Kölliker, Mikroskop. Anat. 1850. l. c. p. 416.

strahlend, nach oben und unten schräg in das Rückenmark weiter ein, und bilden meist in ziemlich langer Strecke erst Längsfasern der weissen Hinter- und Vorderstränge, bevor sie in die Nervenzellen der grauen Substanz eintreten, eine Thatsache, welche auf Längsabschnitten (die die Fissuren im rechten Winkel treffen) mit Sicherheit ermittelt werden kann. Nur ganz einzelne treten in mehr gerader Richtung, doch immer schräg, und nicht in durchaus horizontaler Ebene, auf kürzerem Wege in die graue Substanz ein. Macht man also einen Querabschnitt durch das Rückenmark des Petromyzon, und man sieht in diesem feinen Abschnitt eine vordere Nervenwurzel in Continuität eine Strecke weit in das Rückenmark sich fortsetzend, so wird man sie nimmermehr in Verbindung mit einer Nervenzelle der grauen Substanz sehen, weil sie, noch bevor sie die graue Substanz erreicht, abgeschnitten aufhört; der Querschnitt trennte diese Nervenwurzel-Fortsetzung noch innerhalb der weissen Vorderstränge, näher oder entfernter von dem grauen Vorderhorne, weil die betreffende Faser nichts weniger als parallel mit der Schnittebene (horizontal) verläuft, sondern in einem schiefen Winkel mit dieser. Eben so ist es mit den hinteren Nervenwurzeln. Owsjannikow's Behauptung, dass eine und dieselbe Nervenzelle in einer und derselben Horizontalebene eine vordere und hintere Nervenwurzelfaser aussende, ist daher durch keine nachweisbare Thatsache begründet. Dass auch durch die Commissura anterior hindurch ein Nervenzellen-Fortsatz bis (zu einer entsprechenden Nervenzelle) in die entgegengesetzte Seitenhälfte des Rückenmarks nicht in Continuität verfolgt werden kann, ist oben (p. 91, 92, 103) gleichfalls von mir dargethan worden. Und was die Verfolgung von Nervenzellen-Fortsätzen der grauen Vorderhörner in Längsfasern der Seitenstränge resp. weissen Substanz bei Petromyzon betrifft, so kann man die Fortsätze in grösserer oder geringerer Zahl zwar in die weisse Substanz (aus der grauen) übergehen sehen, niemals aber in einer so entschiedenen Regelmässigkeit und Continuität als Längsfasern weiter verlaufen sehen, wie Owsjannikow abgebildet und angegeben hat. Owsjannikow's Abbildungen des bezeichneten Verhaltens der Nervenzellen-Fortsätze sind daher Skizzen, welche den natürlichen Verhältnissen durchaus nicht entsprechen, im Gegentheil, solchen grossentheils widerstreiten, so weit es die erwähnten Verhältnisse betrifft.

Nach Owsjannikow's Arbeiten haben die übrigen Schüler Bidder's und manche andere Autoren sich dessen Meinung rückhaltlos angeschlossen, ohne jedoch durch eigne Anschauungen oder Forschungen sich eine Ueberzeugung gebildet zu haben. Da hiervon schon mehrfach die Rede gewesen ist, und da es unnöthig sein dürfte, die Annahmen jedes einzelnen der bezeichneten Autoren hier speciell zu erörtern, so will ich hier nur noch Bidder's und Kupffer's neueste Ansicht besprechen, welcher im Wesentlichen Owsjannikow's erste Angabe zu Grunde liegt. Dieselbe ist oben p. 914 speciell mitgetheilt worden. Der erste Fortsatz soll zur motorischen Spinalnervenwurzel-Faser werden. Diese Behauptung stützt sich auf die Thatsache, dass aus vielen Nervenzellen solche Uebergänge Statt finden; auch bei Petromyzon sieht man solches auf Längsabschnitten (im rechten Winkel durch die Fissuren fallend). Aber es ist nicht nachgewiesen, dass eine jede Nervenzelle einen solchen Fortsatz aussendet (s. o. p. 929, ff.). Der zweite Fortsatz soll in eine Nervenzelle des Vorderhorns der entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks gehen. Dieser Schluss ist durch keine einzige entscheidende Thatsache bewiesen, wie ich an mehreren Stellen nachgewiesen habe (s. o. pag. 916). Der dritte Ausläufer soll eine benachbarte Nervenzelle der nämlichen Seitenhälfte verbinden. Dieses Verhältniss lässt sich an einzelnen Nervenzellen sicher beobachten. Es fragt sich aber, ob eine jede Nervenzelle einen solchen Ausläufer hat, und diese Frage ist nichts weniger als entschieden (s. o. p. 917, 928), vielmehr muss sie als ein ganz unwahrscheinliches Verhältniss schon jetzt bezeichnet werden. Ein vierter Fortsatz soll eine hintere Nervenwurzel bilden. Auch dieser Satz ist nicht auf Thatsachen gegründet. Dass von einer und derselben Nervenzelle eine vordere und hintere Nervenwurzelfaser ausgehe, ist durch keine einzige sichere Beobachtung bewiesen (s. o. p. 969). Es fragt sich sogar, ob es nicht Nervenzellen giebt, die mit den hinteren Nervenwurzeln gar nicht in Verbindung sind. Diese Frage harrt noch ihrer Ent-

scheidung, und dass die negative Entscheidung höchst wahrscheinlich ist, geht aus den oben p. 850, ff. erwähnten Thatsachen (isolirte Nervenzellen der weissen Stränge) schon jetzt hervor. Ein fünfter Fortsatz soll eine Nervenprimitivfaser der weissen Substanz bilden. Diese Annahme stützt sich auf eine oft beobachtete Thatsache. Ob aber von einer jeden Nervenzelle eine solche Annahme gestattet ist, ist die Frage, welche ebenfalls (s. o. p. 917, 851) mit Wahrscheinlichkeit verneint werden muss.

Nach allen diesen Erörterungen, und nach den Thatsachen, welche ich oben (s. p. 852, 913, ff.) über die Anzahl, die Richtung und den Verlauf der Nervenzellen-Fortsätze mitgetheilt habe, kann ich also nicht anders, als die Behauptung aufstellen, dass die Sätze, welche von Bidder und Kupffer, so wie von den übrigen Schülern Bidder's (und andern Autoren nach ihnen) über das endliche Schicksal der verschiedenen Fortsätze einer jeden Nervenzelle in der grauen Substanz des Rückenmarks aufgestellt worden sind, den mit Sicherheit beobachteten anatomischen Thatsachen nicht entsprechen, vielmehr zum Theil widersprechen. Das, was die Thatsachen bis jetzt sicher lehren, ist, dass verschiedene Fortsätze verschiedener Nervenzellen eine verschiedene Bestimmung haben; ob aber die Anzahl der Fortsätze einer jeden Nervenzelle stets eine gleiche, und ob die Bestimmung dieser Fortsätze bei allen Nervenzellen die nämliche sei, das ist bis jetzt durchaus nicht entschieden. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass verschiedene Nervenzellen eine verschiedene Anzahl von Fortsätzen besitzen, dass die verschiedenen Fortsätze nicht bei allen Nervenzellen eine gleiche endliche Bestimmung haben, sondern dass auch letztere bei verschiedenen Nervenzellen ganz verschieden ist, obwohl es sehr hervorgehoben zu werden verdient, dass in den verschiedenen Fortsätzen der Nervenzellen nichts Zufälliges erblickt werden kann, sondern dass ein jeder seine von der Natur ganz speciell gegebene Bestimmung hat, deren Erkenntniss bis jetzt uns nichts weniger als klar geworden ist.

Bei der grossen Bestimmtheit, mit welcher Owsjannikow, so wie Bidder und Kupffer (s. o. p. 916 u. 972) versichern, den Ursprung einer sensiblen und motorischen Nervenprimitivfaser aus einer und derselben Nervenzelle des grauen Vorderhorns bei Petromyzon gesehen zu haben (und zwar auf Querabschnitten), sehe ich wohl ein, wie misslich es ist, hiergegen einen directen Widerspruch einzulegen; und ich füge hinzu, dass ich nicht anders als mit dem tiefsten und innigsten Bedauern das Endergebniss meiner am Petromyzon gemachten und lange fortgesetzten Beobachtungen in dem genannten Widerspruch zusammenfassen muss. Es spricht ein solches Ergebniss verschiedener Beobachter, die sich mit dem betreffenden Gegenstande lange und mit Anstrengung aller ihrer Kräfte beschäftigt haben, sehr wenig für die Exactheit der jetzigen anatomischen Forschung in diesem Gebiete, oder vielmehr es kann das Vertrauen in die Ergebnisse solcher Forschungen in der That nicht gehoben werden, wenn sie auf solche Widersprüche hinauslaufen. Bei so bestimmt ausgesprochenen positiven Behauptungen, die sich schroff entgegenstehen, muss nothwendig eine die falsche sein; auf einer der beiden beobachtenden Partheien muss das Unrecht sein. Die Zukunft wird entscheiden, wer richtig beobachtet hat, Bidder (und dessen Schüler) oder ich. Die Entscheidung aber kann glücklicher Weise nicht lange auf sich warten lassen. Denn in Zukunft wird kein Lehrsatz der mikroskopischen Anatomie oder Histologie auf Geltung Anspruch machen können, der nicht auf ganz zweifellose, entscheidende mikroskopische Präparate sich stützt. Dank den neueren Hülfsmitteln können solche Präparate jetzt aufbewahrt, vielleicht für Jahrzehente oder Jahrhunderte unverändert erhalten werden (s. unten im 2. Theil dieser Schrift, die Methode der Aufbewahrung mikroskopischer Präparate), und an diesen Präparaten muss die Wissenschaft ihren Prüfstein besitzen. In jedem physiologisch-anatomischen Institute und Cabinette müssen künftig und werden künftig die betreffenden Präparate als die Grundpfeiler der histologischen Grundsätze vorgezeigt werden können und müssen. Besteht also das von Bidder's Schule behauptete Verhältniss, so wird es durch Präparate bewiesen werden können. Meine Präparate, nicht unbedeutend an Zahl, sprechen bis jetzt nicht allein nicht dafür, sondern dagegen. Berechtigt mich, ausser den genannten Präparaten, noch ein anderer Umstand zu Zweifeln an den von

Bidder's Schule aufgestellten Hauptsätzen, so sind es die von mir unzweifelhaft dargelegten (durch klare Präparate bewiesenen) Thatsachen (s. o. p. 852), die Anzahl und Richtung der Nervenzellenfortsätze betreffend, welche sich ebenfalls nicht mit Bidder's Behauptungen vereinigen lassen, sondern ihnen schnurstracks widersprechen, und genügend darlegen, dass den Beobachtungen Bidder's gewisse — selbst nicht schwer zu constatirende — Thatsachen ganz entgangen sind, seine Beobachtungen also als nicht tief genug in die Sache eindringend bezeichnet werden müssen.

Bidder und Kupffer geben sogar in der neuesten Zeit speciell zu, dass sie manche Angaben ohne die nothwendigen thatsächlichen Stützen aufstellen; z. B. sagen sie selbst (Bidder und Kupffer 1857, l. c. p. 89), dass sie keine Faser der isolirten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge bis in eine Nervenzelle der grauen Substanz verfolgen konnten, und nur aus Analogie auf den genannten Ursprung schliessen. Ferner sagen Bidder und Kupffer: „Ob die an der Basis der Hinterhörner und den angränzenden Parthieen der grauen Substanz befindlichen Zellen eigends für den Ursprung der hinteren Wurzeln angelegt sind, und mit den Zellen der Vorderhörner, den unzweifelhaften Quellen der vorderen Wurzeln, durch besondere Commissurenfasern zusammenhängen, oder ob bei dem Menschen und den höheren Wirbelthieren, eben so wie bei den Amphibien und Fischen, eine und dieselbe Zelle, gleichviel an welcher Stelle der grauen Masse sie ihr Lager habe, motorische und sensible Wurzeln als ihre Fortsätze aussendet, — während eigne Commissurenfasern auch solche Zellen einer und derselben so wie beider Rückenmarkshälften mit einander verbinden — das muss so lange unentschieden bleiben, als es nicht gelingt, die Verhältnisse von Nervenzellen und Nervenfasern in der grauen Rückenmarks-Substanz höher stehender Geschöpfe mit derselben Klarheit zu überblicken, mit welcher sich diese Dinge bei niederen Wirbelthieren darbieten.“ (Bidder u. Kupffer p. 68, 69).

Die Zweifel, welche Bidder und Kupffer mit dieser Ansicht von der Bedeutung und Deutung der Nervenzellen im Rückenmark ausdrücken, kann ich nur billigen; dieselben stehen aber mit den anderweit gegebenen positiven und absoluten Behauptungen Bidder's und Kupffer's in Widerspruch. Die Zellen an der Basis der Hinterhörner sind übrigens nicht zahlreich genug, um im Allgemeinen als Ursprungsorte für die hinteren Nervenwurzeln zu dienen; der Haupt-Ursprungsort der hinteren Nervenwurzeln muss vielmehr in den Spinalganglien gesucht werden, wie ich oben (pag. 628) dargethan zu haben glaube. Auch dasjenige, was Kupffer in seiner ersten Arbeit (1854) über die Verfolgung der Nervenzellen-Fortsätze sagte, und was ich an verschiedenen Orten früher bereits (s. p. 255, und an mehreren anderen Stellen dieser Schrift) besprochen habe, spricht nicht für die von ihm aufgestellten absoluten Behauptungen.

Die Verfolgung des Laufs der grossen Nervenzellen-Fortsätze aus der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks gelang zwar Kupffer (l. c. p. 21) gegen die vordere Fläche des Rückenmarks hin bis zur weissen Substanz und selbst bis zu deren vorderer Peripherie durch die ganze Dicke der weissen Substanz hindurch: „Saepius mihi contigit, ut axis cylindros ad partem anticam externamque conversos per substantiam cineream usque in massae albidae lacunam, quin longius etiam per totam substantiae albidae latitudinem, ad peripheriam usque continuo persequerer.“ Auch die gegen die hintere Fläche des Rückenmarks gewandten Nervenzellen-Fortsätze (der grauen Vorderhörner) will Kupffer (p. 21 und 22), jedoch mehrfach unterbrochen, also nicht in Continuität, bis zu den weissen Hintersträngen verfolgt haben. Endlich will er die gegen die Commissur hin verlaufenden Zellenfortsätze bis zur Mittellinie, jedoch nicht über diese hinaus in die andere Seitenhälfte, verfolgt haben: „saepius quidem ad mediam usque lineam, neque tamen unquam unum eundemque cylindrum ultra lineam mediam in alterum medullae dimidium certo persecutus sum ..“ (p. 22), vielmehr konnten dieselben nicht weiter verfolgt werden, sobald sie in die Kreuzungsstelle der Commissura anterior eingetreten waren, „. . ad massae cinereae portionem maxime opacam, in sulci anterioris fundo positam, ubi decussationem fieri .. illustrabimus, convertuntur, ibique ex conspectu abeunt.“

Auch auf Kupffer's Abbildung ist die Continuität seiner angeblichen Zellenfortsätze unterbrochen dargestellt. Auf Längsabschnitten (in rechten Winkeln durch die Fissuren) fand Kupffer (l. c. p. 29) viele (also nicht alle) Zellen so gelagert, dass ein Winkel nach unten, einer gegen die Mittellinie hin, der dritte nach aussen gerichtet war, zuweilen jedoch auch in anderer Weise, „interdum tamen et aliis positionibus animadversis." Die Richtung der Zellenfortsätze soll, wenn auch nicht gleich von Anfang an, doch bald dergestalt sich zeigen, dass einer horizontal gegen die Mittellinie, der andre entgegengesetzt in die weisse Substanz (Vorder-, Seiten-, Hinterstränge) quer eintritt. Ein dritter soll bogenförmig nach aussen und aufwärts gehen, vermischt mit den Fasern der weissen Substanz, „saepius atque exspectatione clarius cylindrum tertium arcuatim ad partem externam sursumque versus porrigi videbam, quo facto . . . substantiae albae longitudinalibus fibris immixtus sursum adscendit." Kupffer glaubt hierdurch Schilling's und Owsjannikow's Angaben bestätigt zu haben. Es bedarf aber kaum einer weiteren Bemerkung, um klar zu machen, dass aus unterbrochenen Nervenzellen-Fortsätzen keine Schlüsse auf ihren continuirlichen Verlauf gezogen werden können, und dass also aus den von Kupffer beobachteten Thatsachen nichts weniger hervorgeht, als die von ihm aufgestellte exclusive Ansicht über das endliche Schicksal der verschiedenen Fortsätze einer Nervenzelle.

Mögen diese Erörterungen vorerst genügen, um die Wissenschaft vor übereilten Theorieen über die Textur der Nervencentra zu bewahren, Theorieen, welche durch ihren bestechenden Glanz einnehmen und alle Diejenigen, welche nicht selbst untersuchen, nur zu leicht zu irrigen Schlüssen führen, welche aber nur zu bald vor einer einzigen sicher beobachteten Thatsache in ihr Nichts zusammenstürzen.

Vierter Abschnitt.

Ueber die Classification der nervösen Elemente der weissen und grauen Substanz des Rückenmarks.

Es scheint mir nothwendig, über die Classification der genuinen nervösen Elemente des Rückenmarks (in weisser und grauer Substanz) in einige Specialitäten hier einzugehen. Ich habe bereits oben (p. 772) bemerkt, dass ich die sämmtlichen Primitivnervenfasern im Rückenmark (wie in den übrigen Theilen des Organismus) in allem Wesentlichen für gleich erachte. Ich habe daher auch (s. o. p. 67 u. a. O.) nur einen Unterschied zwischen breiten und schmalen Nervenprimitivfasern aufgestellt, ohne eine bestimmte Gränze anzugeben. In der That wüsste ich nicht, wo ich eine stricte Gränze zwischen Nervenprimitivfasern der breiten und solchen der schmäleren Gattung aufstellen sollte; und wollte ich dieses, so wäre das rein willkürlich, indem die Uebergänge in den Dimensionen nirgends einen Anhaltspunkt zu einer bestimmten Abgränzung geben. Mag daher ein jeder Forscher, welcher solche Gränzbestimmungen für bestimmte Categorien von Nervenprimitivfasern liebt, sich beliebig eine Zahl von Classen verschieden grosser Nervenprimitivfasern bilden; in der Natur finde ich keine solche Gränzen bezeichnet.

Auch in Betreff der Nervenzellen muss ich ein Gleiches sagen, was ich eben von den Nervenprimitivfasern behauptet habe. Es giebt gewisse Gränzen, über welche hinaus die Grösse einer Nervenzelle nicht reicht, und unter welche hinab die Dimension einer Nervenzelle nicht sinken mag. Zwischen diesen Extremen aber finden sich so zahlreiche Uebergänge, eine so vollständige Reihe einer Dimensions-Scala, dass auch bei den Nervenzellen eine specielle Classification nach der Grösse eine ganz willkürliche ist. Ausser der Dimension findet sich auch in allen übrigen Eigenschaften der verschiedenen Nervenzellen nirgends ein charakteristisches Moment, welches bis jetzt mit genügendem Grunde eine bestimmte Classification derselben gestattete. Alle die angeblichen Unterschiede, welche bei manchen Nervenzellen charakteristisch zu sein scheinen, erweisen sich bei genauer Prüfung als unzureichend zu einer Classification. Ich, für meinen Theil, habe daher keine verschiedenen Arten von Nervenzellen statuiren können, und wollte ich es, so wäre das nur eine willkürliche Distinction. Mögen manche Nervenzellen zu besserer Erkenntniss einstweilen als verschieden von manchen anderen bezeichnet werden. Immerhin darf man nicht vergessen, dass eine charakteristische Verschiedenheit in der That darin nicht aufgefunden zu werden vermag.

Historisches und Critisches

über die Classification der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen.

In dem Folgenden werde ich zuerst über die versuchte Classification der Nervenprimitivfasern, hiernach über die der Nervenzellen reden. In Betreff der Nervenprimitivfasern werde ich mich nur ganz kurz fassen, und einige der älteren Ansichten berühren, um vorzugsweise eine in neuester Zeit aufgestellte Classificirung genauer zu besprechen. In Bezug auf die Nervenzellen aber werde ich specieller in die Erörterung der Ansichten meiner Vorgänger eingehen, weil gerade bei den zu der bisherigen Classification der Nervenzellen gemachten Versuchen viele Thatsachen für gewisse scheinbar charakteristische Verschiedenheiten sprechen, die aber bei genauer Prüfung illusorisch erscheinen.

A. *Die Classification der Nervenprimitivfasern betreffend.*

Da ich an verschiedenen Stellen dieser Schrift (s. o. p. 835) gezeigt habe, dass die Nervenprimitivfasern des Rückenmarks in allen wesentlichen Beziehungen denjenigen in anderen Provinzen des (centralen wie peripherischen) Nervensystems gleich sind, so kann ich nicht umhin, an dieser Stelle von der Classificirung der Nervenprimitivfasern überhaupt und nicht blos des Rückenmarks zu reden.

Während Valentin[55]) eine jede Nervenprimitivfaser in allen Provinzen des Nervensystems ohne Unterschied von wesentlich gleicher Beschaffenheit (aus Scheide und öligem Inhalt bestehend) fand, hatte bekanntlich Remak (1838—55, s. o. p. 775) die gangliösen oder sympathischen, Henle[56]) die gelatinösen Fasern, ich selbst (1842, s. o. p. 856) graue Fasern, Todd und Bowman[57]) die „gelatinous fibres" (letztere im Sympathicus, als verschieden von den „tubular fibres" oder „nerve tubes"), Rudolph Wagner[58]) nutritive Fasern (unterschieden von cerebrospinalen), Kölliker (1850—55, s. o. p. 755) marklose (verschieden von markhaltigen) Nervenprimitivfasern angenommen, und andere Forscher mehr oder minder hiermit übereinstimmende Annahmen geäussert. Dass diese Unterschiede nicht stichhaltig sind, habe ich oben (s. p. 757) angedeutet; Rudolph Wagner[59]) hatte dann seine frühere Annahme widerrufen, indem er Uebergänge zwischen schmalen und breiten Nervenprimitivfasern fand und von den sympathischen Ganglienzellen Nervenprimitivfasern der breitesten Gattung entspringen sah. Er[60]) unterschied aber dennoch 1854 nach den Dimensionen der Nervenprimitivfasern des Gehirns 1) dickste Primitivfasern, von circa $^1/_{200}$—$^1/_{100}$ Millimètre; 2) mitteldicke Primitivfasern, von c. $^1/_{400}$—$^1/_{300}$ Mill.; 3) mittelfeine Primitivfasern, von circa $^1/_{600}$ — $^1/_{500}$ Millimètre; 4) feine Primitivfasern, von circa $^1/_{800}$ — $^1/_{700}$ Millimètre; 5) feinste Primitivfasern, von circa $^1/_{1000}$ — $^1/_{900}$ Millimètre. Die erste Gattung finde sich in centralen Bahnen der Nervenwurzeln (Oculomotorius); die zweite, dritte und vierte Gattung seien häufig gemischt; es verjüngen sich auch die der 2. bis zu solchen der 4., endigen dann indem sie in Ganglienzellen übergehen. Da R. Wagner selbst Uebergänge der dickeren Dimensionen in feinere an einer und derselben Nervenprimitivfaser annimmt, so geht hieraus genügend hervor, dass R. Wagner selbst keine grosse Bedeutung auf diese — im Grunde genommen ganz willkürliche — Eintheilung legen kann. Dass Kölliker's angebliche Unterscheidungsmerkmale

[55]) Valentin, 1836, in: Nova Act. A. C. L. C. N. C. l. c., Tom. XVIII, p. 1. 70 u. ff.
[56]) Henle, 1841, Allg. Anat. l. c. [57]) Todd und Bowman, Anatomy of man, 1847. I. p. 208.
[58]) Rudolph Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 7. [59]) Rudolph Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 7.
[60]) R. Wagner, Neurol. Unters., p. 162, 1854.

nicht als charakteristisch bezeichnet werden können, habe ich oben p. 757, 775 auseinander gesetzt, und wenn Kölliker auf die Dimensionen der Nervenprimitivfasern eine Classification zu bauen scheint, indem er sagt [61]): „die Dimensionen der markhaltigen wie der marklosen Nervenprimitivfasern sind sehr verschieden," 1) feine, v. 0,0005—0,002''', 2) mitteldicke, v. 0,002—0,004''', 3) dicke, v. 0,004—0,01''' [62]), so braucht es nicht langer Deductionen, um auch diese Classification als eine in der Natur nicht streng begründete zu bezeichnen. Denn es kommen zwischen allen diesen Gränzen Uebergänge vor. Ebenso muss ich das, was Remak's Distinctionen betrifft, beurtheilen (s. o. p. 775), und es scheint mir überflüssig, noch länger hierbei zu verweilen.

In der neuesten Zeit hat nun Jacubowitsch [63]) eine Classification der Nervenprimitivfasern aufgestellt, die sich durch Angabe scharf markirter Charaktere anscheinend von den früheren Classificationsversuchen unterscheidet, und deren genaue Prüfung daher hier noch den Hauptgegenstand unserer weiteren Erörterungen zu bilden hat. Jacubowitsch unterscheidet folgende Arten von Nervenprimitivfasern: 1) motorische Fasern, oder Ausläufer der grossen Nervenzellen oder Bewegungszellen, die dicksten Nervenprimitivfasern; 2) sensible Fasern, oder Ausläufer der Empfindungszellen; sie sind nur halb so dick als die motorischen; 3) sympathische Fasern, die von unipolaren Zellen auslaufen, die feinsten.

Diese Classification stützt Jacubowitsch ausserdem auf die folgenden von ihm beobachteten Thatsachen: Ein Querdurchschnitt durch eine hintere Spinalnervenwurzel zeigt, nach Jacubowitsch, die Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern von drei Dimensionen; grosse: motorische; doppelt so kleine: sensitive; und noch kleinere: sympathische. Ein Querschnitt von der vorderen Wurzel desselben Nerven zeige nur Ringe (Querdurchschnittsflächen) von der grössten und von der kleinsten Dimension (also keine sensitiven Fasern). Ein Querschnitt von demselben Nerv, zwischen Ganglion und dem peripherischen Theil, zeige dieselben Verhältnisse, nur dass die Zahl der kleinen Ringe in Bewegungs- wie Empfindungsnerven bedeutend zugenommen hat. Ein Querschnitt aus dem Gränzstrang zeigt, nach Jacubowitsch, nur die kleinsten Ringe.

Prüfen wir diese Angaben von Jacubowitsch, denen er leider keine Maassbestimmungen in Zahlen beigefügt hat, so hätten wir zuerst zu untersuchen, ob von den grössten Nervenzellen stets nur die dicksten Nervenprimitivfasern entspringen. Nehmen wir den Querdurchmesser der dicksten Nervenprimitivfasern bei Menschen und Säugethieren zu $^1/_{100}$''' an (s. o. p. 836), so dürften wir an keiner sogenannten multipolaren Nervenzelle einen Fortsatz sehen, welcher einen geringeren Querdurchmesser als $^1/_{100}$''' habe. Dass solches dennoch der Fall ist, lehrt aber ein jeder guter Querabschnitt aus dem Rückenmark. Jacubowitsch könnte freilich zum Theil mit Recht einwenden, dass die einzelnen Nervenprimitivfasern und Nervenzellenfortsätze im Rückenmark nie so isolirt zu sehen sind, dass man ein bestimmtes Urtheil über ihren absoluten Querdurchmesser haben könnte. Es bleibt daher nur übrig, die anderen Angaben Jacubowitsch's zu erörtern. Ein Querabschnitt aus einer hinteren Nervenwurzel soll Nervenprimitivfasern von drei verschiedenen Dimensionen zeigen. Ich habe speciell zur Prüfung der Angaben Jacubowitsch's Querabschnitte aus den hinteren (wie aus den vorderen) Nervenwurzeln zahlreich gemacht und untersucht, und habe dabei gefunden (s. auch oben p. 678), dass die Querdurchmesser der einzelnen Primitivnervenfasern in den hinteren Nervenwurzeln von $^4/_{1500}$''' an wechseln bis zu $^1/_{100}$''' und selbst bis zu $^{16}/_{1500}$''', also gewissermaassen zwölf verschiedene Dimensionen darbieten, wenn man die Dimensionsscala nach $^1/_{1500}$''' eintheilen will.

[61]) Kölliker, 1854, Gewebelehre, 2. Aufl., p. 91. 280.

[62]) Diese dicken nennt Kölliker auch grobe; Gewebel. 2. Aufl. p. 283, 1. Aufl. p. 266; 1 und 2 nennt er auch zarte, die unter 3 bezeichneten auch feste Nervenfasern; Gewebelehre, p. 283, 2. Aufl., 266, 1. Aufl.

[63]) Jacubowitsch, in: Bulletin de la Classe physique de l'Acad. impér. des sciences de St. Petersbourg. 1856. l. c.

Den Querdurchmesser der Nervenprimitivfasern in den vorderen Nervenwurzeln fand ich von $^1/_{300}'''$ an bis zu $^1/_{100}'''$ und etwas mehr; ausserdem finde ich Querdurchmesser aller verschiedenen Uebergangsstufen von $^5/_{1500}$—$^{16}/_{1500}'''$, wenn man die Dimensionsscala in $^1/_{1500}'''$ eintheilt, die Mehrzahl der Nervenprimitivfasern aber misst in hinteren wie in vorderen Nervenwurzeln $^1/_{150}'''$ im Querdurchmesser. Gesetzt nun wir wollten mit Jacubowitsch die Nervenprimitivfasern in den hinteren Nervenwurzeln in drei verschiedene Dimensions-Categorieen eintheilen, also die dicksten Nervenprimitivfasern zu $^1/_{100}'''$ (= 0,01''') annehmen (die motorischen), — die mitteldicken, welche nur „halb so dick" sind, zu $^1/_{250}$—$^1/_{200}'''$ (= 0,005''') annehmen (die sensitiven), — endlich die feinsten als $^1/_{500}$—$^1/_{400}'''$ (= 0,002''') dick bezeichnen (die sympathischen, nach Jacubowitsch), so würden wir den zweiten Satz desselben, „dass in den vorderen Wurzeln nur Ringe von den grössten und den kleinsten Dimensionen vorkommen," nicht anders als mit der Erfahrung nicht übereinstimmend bezeichnen können. Denn in den vorderen Nervenwurzeln habe ich Nervenprimitivfasern von $^1/_{500}'''$ nicht gefunden, wohl aber Nervenprimitivfasern von $^1/_{250}$—$^1/_{200}'''$. Vor dieser Thatsache fällt die ganze Classification Jacubowitsch's nothwendiger Weise zusammen, und ist es wohl kaum mehr nöthig, auf die übrigen Angaben Jacubowitsch's näher einzugehen. Denn selbst zugegeben, dass ein Querabschnitt, zwischen dem Ganglion und dem peripherischen Theil eines Nerven genommen, mehr Fasern von mittlerem Durchmesser zeigt als in den (hinteren und vorderen) Nervenwurzeln selbst, — so kann hieraus allein noch kein Schluss gezogen werden, dass diese im Ganglion neugebildeten Nervenprimitivfasern nothwendig die nämlichen Functionen haben müssten, wie die übrigen an anderen Orten vorkommenden Nervenprimitivfasern von gleichem Durchmesser. Die früheren Angaben von Bidder u. Volkmann über die angeblichen Unterschiede zwischen sympathischen und cerebrospinalen Nervenprimitivfasern (s. o. p. 773), welche im Grunde genommen das nämliche Classificationsprincip zur Richtschnur nehmen, wie Jacubowitsch, haben genügend dargethan, dass auf diesen Unterschied hin eine Classification keinen Boden finden kann (s. o. p. 774). Es scheint mir daher auch überflüssig, noch länger bei diesem Gegenstande zu verweilen, um so mehr, als Jacubowitsch mehrere seiner im Jahre 1856 gemachten Angaben ein Jahr später, (s. u.) 1857, widerrufen, resp. wesentlich modificirt hat. Die grosse Anzahl der dicken (nach Jacubowitsch also: motorischen) Fasern in den hinteren (sensiblen) Spinalnervenwurzeln, contrastirt ausserdem auf eine mit den Grundsätzen der heutigen Physiologie nicht wohl zu vereinbarende Weise.

B. *Die Classification der Nervenzellen des Rückenmarks betreffend.*

Nach den vorausgegangenen Mittheilungen und den Resultaten meiner anderweitigen Untersuchungen muss ich den Satz für gültig halten, dass zwischen den Nervenzellen der Centralorgane und denen der peripherischen Theile des Nervensystems in keiner Hinsicht ein wesentlicher Unterschied besteht. Diese Ansicht ist von den ersten bis zu den neuesten Zeiten, seit das Mikroskop zur Erforschung dieser Gebilde gebraucht wurde, wiederholt ausgesprochen worden. Die Beobachter älterer wie neuerer Zeiten waren von der Gleichheit der morphologischen Elemente bei verschiedenen Thierclassen wie an den verschiedenen Oertlichkeiten des Nervensystems gewissermaassen überrascht, — so dass z. B. Leeuwenhoek (l. c. p. 47) sagen konnte: „... omnes ... cerebri passerini partes nullam obtinebant notatu dignam majorem magnitudinem, quam quae in bove observabatur, ita ut inter cerebra grandium et parvorum animalium, sicut supra dictum est, nullum intercedat aliud discrimen, exceptis majoribus sanguiferis vasis, nisi quod magnitudo illorum conflata est ex majori numero partium." — Dass zwischen den Nervenzellen der sympathischen und Spinalganglien kein Unterschied Statt finde, sagte schon Remak 1838 [64]): „inter ganglia sympathica et spinalia animalium adultorum nullam

64) Remak, Observ. anat. 1838. p. 9, Anmerk. 15.

differentiam constantem et essentialem (sit venia verbo) quoad structuram intercedere puto." — Die Gleichheit oder Aehnlichkeit centraler Nervenzellen mit peripherischen (in mikroskopischen und chemischen Charakteren vollkommen ähnlich) fand Henle [65]). — Auch Hannover beschreibt die Gleichheit der Elemente des Nervensystems bei den verschiedenen Thierclassen [66]): „Sous le microscope on aperçoit si peu de différence dans les diverses classes d'animaux, qu'il est bien difficile de distinguer les unes des autres, et il est encore moins aisé de rendre ces différences avec précision." Und wenn Hannover dessen ungeachtet, p. 34, zwischen Ganglienzellen und Gehirnzellen einen wesentlichen Unterschied zu finden glaubt, so bezieht sich dieser doch nur auf unwesentliche Dinge, z. B. Grösse, Form, „structure différente de la membrane cellulaire," welche aber Hannover selbst nicht angiebt; nur die Dicke ist wohl gemeint, Grösse und Zahl der Kerne und Nucleoli u. s. w. Hannover gesteht selbst: „il est plus difficile d'expliquer ces différences, que d'en faire soi-même l'observation." Indessen was scharf beobachtet wird, kann auch scharf erklärt werden.

So äusserte sich auch schon Pacini [67]) über die Gleichheit der morphologischen Elemente in der Retina der verschiedenen Thierclassen: „Non dee credersi, che la retina degli animali differisca di troppo dalla retina umana, poichè dopo le moltissime osservazioni, che ho fatte, posso assicurare e fino d'ora dichiaro, che la intima tessitura della retina fondamentalmente è la stessa in tutte le classe dei Vertebrati, vale a dire, che essendo costrutta sopra un medesimo tipo essa si compone d'un medesimo numero di strati nel medesimo ordine sovrapposti e costituti colla medesima qualità di morfologici elementi." De Vintschgau [68]) stimmt damit überein. Dass die Nervenzellen im Vogel-Rückenmarke den Nervenzellen anderer Thierclassen gleich sind, fand auch Metzler (p. 29).

Andererseits behaupten aber auch manche Forscher von Bedeutung, dass wesentlich verschiedene Gattungen von Nervenzellen angenommen werden müssten. Und in der That kann man nicht anders als eingestehen, dass man bei der Untersuchung der Nervenzellen in den verschiedenen Theilen häufig so auffallende morphologische Differenzen sieht, dass die Annahme einer wesentlichen Verschiedenheit solcher Zellen sehr nahe zu liegen scheint. Wenn man z. B. im Rückenmark von Petromyzon die runden Zellen zu beiden Seiten und etwas hinter dem Canalis centralis betrachtet, und solche mit den spindelförmigen in der vorderen grauen Substanz vergleicht, so fällt ein so bedeutender Unterschied in Form, Grösse, Ausläufern u. s. w. in die Augen, dass man hier zwei verschiedene Gattungen von Nervenzellen annehmen möchte. Sieht man ferner die anscheinend kugelförmigen (bipolaren) Zellen in den Spinalganglien von Säugethieren, und vergleicht sie mit den multipolaren im Gehirn und Rückenmark, so fällt gleich auf den ersten Blick ihre morphologische Verschiedenheit auf. Im Rückenmarke selbst sieht man in den grauen Vorderhörnern meist so grosse, in der gelatinösen Substanz so kleine Nervenzellen, dass auch hier ein specifischer Unterschied anfangs gar nicht geläugnet werden zu können scheint. Fügen wir noch a priori den Grund hinzu, dass zwischen Zellen, die mit sensitiven, und Zellen, die mit motorischen Nervenprimitivfasern in Verbindung stehen, höchst wahrscheinlich und nothwendig bedeutende wesentliche Unterschiede Statt finden müssen, so wird man sich leicht zu der Ansicht bestimmen, dass es verschiedene Gattungen von Zellen geben müsse, die sich morphologisch oder histologisch von einander unterscheiden. So sehr ich mit dieser Deduction einverstanden bin, so kann ich doch vorerst nicht anders als behaupten, dass alle jene Unterschiede, welche die heutigen Hülfsmittel der Untersuchung uns klar zu machen scheinen, bei genauer Prüfung als unhaltbar

[65]) Henle, Allgem. Anat. 1841. p. 675. [66]) Hannover, recherches microscopiques, p. 11.

[67]) Filippo Pacini, nuove ricerche microscopiche sulla tessitura intima della Retina nell' uomo, nei Vertebrati etc. in: Nuovi annali delle Scienze Naturali etc. dell' Academia di Bologna. Ser. II. Tom. IV. Luglio e Agosto 1845.

[68]) De Vintschgau, Ricerche sulla struttura microscopica della Retina, etc. in: Sitzungsberichten der kaiserlich. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1854, p. 944.

erkannt werden. Und obwohl ich, wie bei den Primitivnervenfasern, so auch bei den Nervenzellen, die Wahrscheinlichkeit, ja Gewissheit zugebe, dass in sensitiven, motorischen etc. Fasern und Zellen später wesentliche und bedeutende Verschiedenheiten im Bau erkannt werden dürften, so sind wir aber bis jetzt noch fern davon, irgend eine dieser wesentlichen Verschiedenheiten erkannt zu haben. Ich muss vielmehr behaupten, dass nach allen bisherigen Untersuchungen alle Nervenzellen wesentlich einander gleich sind.

Dass von vereinzelten Untersuchungen, und von dem Verhalten z. B. einer Nervenzelle an einem oder mehreren Orten, nicht ein allgemeiner Schluss auf deren Verhalten im Allgemeinen zu ziehen ist, wie man gewiss einwerfen kann, gebe ich zwar zu. Ich finde aber eben, dass überall in den wesentlichen Punkten, nach den Ergebnissen unserer bisherigen Untersuchungen, die Zellen gleich sind. Ich will zur Begründung dieser Behauptung hier die hauptsächlichsten Angaben der verschiedenen Forscher einer Erörterung unterziehen, woraus der Beweis meiner Behauptung genügend hervorgehen dürfte. Ich betrachte daher die Nervenzellen in Bezug auf ihre Form, Grösse, auf die Anzahl und Dimension der von ihnen ausgehenden Fortsätze, auf die Structur der Fortsätze und deren Verhalten zu den Nervenzellen.

1. Die Form der Nervenzellen betreffend.

Im Allgemeinen wird die runde oder Kugelform der Nervenzellen für die ursprüngliche gehalten, und alle von dieser Gestalt abweichenden Formen betrachtet man mehr als zufällig, durch die Anzahl der von ihnen ausgehenden Fortsätze bedingt. Indessen hat man doch in der Form der Nervenzellen ein Merkmal einer wesentlichen Verschiedenheit derselben aufzufinden geglaubt, und einer unserer trefflichsten Forscher begründet hierauf eine Eintheilung der Zellen in verschiedene Classen. So sagt Kölliker[69]): „Sie unterscheiden sich vorzüglich in: 1) runde (oder selbstständige Zellen), welche keine Fortsätze, resp. Faserursprünge, Nervenröhren-Anfänge abgeben[70]); 2) spindelförmige, welche einen oder zwei Faserursprünge abgeben[71]); 3) sternförmige Nervenzellen. Die beiden letzteren Arten entstehen dadurch, dass viele Nervenzellen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze auslaufen....“ Kölliker nimmt also 1854 noch apolare Nervenzellen an, „die keine Fasern abgeben.“ Er unterscheidet[72]) die Nervenzellen in: „1) selbstständige Zellen, und 2) Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren und häufig ramificirt sich finden.“ Die selbstständigen würden mit den runden identisch sein; zur zweiten Gattung gehören die oben (sub 2 und 3) genannten spindel- und sternförmigen. Kölliker nimmt also, ausser den apolaren, auch noch die unipolaren Nervenzellen, die bipolaren und multipolaren an. Er sagt: R. Wagner bestreitet jetzt die Existenz von Nervenzellen ohne Fortsätze ... ist jedoch die Beweise schuldig geblieben[73]).“

Fragen wir nach den Gründen, auf welche sich diese Eintheilung stützt, so ist es vor Allem die Thatsache, dass bei den verschiedensten Methoden der Untersuchung der Nervenzellen solche erscheinen, welche ganz rund oder kugelförmig, und anscheinend ohne alle Fortsätze sind. Diese Zellen hat man für selbstständig gehalten. Indessen glaube ich, dass man keine genügenden Beweise dafür aufzubringen im Stande ist. Denn was uns so häufig als eine Kugel ohne Fortsätze erscheint, ist nichts Anderes als ein Artefact, durch unsere Präparation erzeugt; und wenn bei schwachen Vergrösserungen häufig keine Fortsätze entdeckt werden können, so zeigt die Anwendung stärkerer Vergrösserungen

69) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 69, 2. Aufl. p. 91. 70) Kölliker, Gewebel., 2. Aufl. p. 290; 1. Aufl. p. 273.
71) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 290, 1. Aufl p. 273.
72) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 272, 2. Aufl. p. 290. 73) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854. p. 291.

deutliche Spuren davon. Hierbei ist ganz abgesehen von dem Umstande, dass die Annahme selbstständiger Nervenzellen, d. h. solcher, die mit ihrer Umgebung nicht in Verbindung stehen, für die Wissenschaft gar keinen Sinn hat [74]), und dass die Existenz von Fortsätzen auch andererseits Unselbstständigkeit nicht nothwendig bedingen muss. Eine Zelle, welche nicht durch Wechselwirkung mit ihrer näheren oder ferneren Umgebung in Beziehung oder in Verbindung steht, ist für den Organismus so gut wie gar nicht vorhanden; es scheint mir daher die Annahme apolarer (runder, kugelförmiger, selbstständiger) Zellen eine bis jetzt ohne genügende Beweise da stehende Hypothese. Ich muss, nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen, mit R. Wagner die Annahme apolarer Zellen für unstatthaft halten, und wenn es unmöglich ist, an einer jeden Zelle einen oder mehrere Fortsätze nachzuweisen (ein Beweis, welchen Kölliker verlangt), so liegt das in der Unvollkommenheit unserer anatomischen Untersuchungsmethoden; es ist aber genügend, wenn bewiesen werden kann, dass in der Mehrzahl der Fälle, wo man runde Zellen vor sich zu haben glaubt, dennoch Fortsätze oder deren Spuren erkannt werden können, um jenes Gesetz aufzustellen. Bedenkt man, wie viele Phasen die Lehre von den Nervenzellen durchgemacht hat, seit Valentin [75]) 1836 sie genauer erkannte, erwägt man, dass dieser treffliche Forscher alle Nervenzellen für rund hielt, und in keiner Verbindung mit Nervenfasern stehend annahm, und vergleicht man damit die Erfahrungen der letzten 20 Jahre, welche nunmehr die Verbindung der Nervenzellen und Nervenfasern in allen Theilen des Nervensystems dargethan haben [76]), so wird man schon a priori die Annahme runder, selbstständiger, apolarer Zellen bedenklich finden.

Kölliker hat ausserdem noch folgende Gründe für seine Ansicht zu bringen gesucht. Er sagt: „Die Nervenzellen sind mit den gewöhnlichen Attributen der Zellen begabt [77]) ... sind einfache Zellen, als welche sie schon von Schwann aufgefasst wurden. Das beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwicklung deutlich und klar.“ Ferner: „Wenn Bidder neulich, von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einem und solche mit vielen Faserursprüngen giebt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich dass die Entwicklungsgeschichte die Bildung einer Zelle in toto, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist“ [78]). Es scheinen mir aber auch diese Gründe Kölliker's nicht haltbar und nicht entscheidend

[74]) Man könnte zwar einwerfen, dass die Blut- und Lymphzellen u. s. w. freie Zellen seien, ohne continuirliche Verbindung durch Fortsätze mit ihrer Umgebung, und dennoch nicht als fremde Körper in den Gefässen anzusehen, ja — trotz steter Bewegung — die jede mechanische Verbindung derselben hindert, von der grössten Wichtigkeit in der thierischen Organisation. Indessen — ich glaube, dass diese Parallele nicht zugestanden werden kann, weil die Verschiedenheiten beider in Beziehung auf alle ihre anderweiten Verhältnisse zu bedeutend sind.

[75]) Ueber die Form der peripherischen Ganglienzellen sagte Valentin 1836: „Jede Kugel des unverletzten Ganglions zeigt .. eine durchaus kreisförmige Peripherie (Valentin, in: Nova Acta A. N. C. XVIII, 1836, p. 138). Nicht so, wenn sie isolirt und von ihrer Umgebung befreit wird. Hier hat sie nicht selten eine längliche Gestalt, das eine Ende zugespitzt, in einen schmalen schwanzförmigen Anhang verlängert; dass sich letztere in eine eigene organische Nervenfaser fortsetze ...“ widerlegt sich: durch „die grosse Differenz zwischen dem Parenchym der Kugeln und dem Inhalt der Fasern, und den Umstand, dass man bisweilen eine solche geschwänzte Kugel völlig von ihrer zellgewebigen Scheide umschlossen sieht.“ Dass diese Ansicht Valentin's später von vielen Anderen wie von ihm selbst ganz verlassen worden ist, habe ich oben (p. 947, ff.) genügend erörtert.

[76]) Ich umgehe absichtlich hier eine ausführliche historische Darstellung der verschiedenen Ansichten, welche über die Form der Nervenzellen bisher aufgestellt worden sind. Nur einige der wichtigeren will ich anführen.

[77]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854, p. 91, 290, übereinstimmend mit p. 69 u. 273 der 1. Aufl., u. Mikr. Anat. 1850, p. 406.

[78]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 407, 408; Gewebelehre p. 290, 291, 2. Aufl.; p. 273, 1. Aufl.

zu sein. Denn die Wissenschaft gewinnt weder mit Köl iker's noch mit Bidder's Deutung. So lange wir die Verbindung des Zellenparenchyms mit den Elementen der Nervenfasern nicht genauer kennen als jetzt, bleiben jene Deutungen nur Vermuthungen. Jedenfalls ist die Bidder'sche noch haltloser als die gewöhnliche Deutung (s. u.). Dass aber die Entwickelung der Zellen als Beweis benutzt werden soll dafür, dass es runde Zellen gebe, scheint mir aus dem Grunde unstatthaft, weil in den embryonalen Theilen die Gebilde viel zu zart sind, um mit unseren jetzigen Hülfsmitteln genau genug erkannt werden zu können; weil also embryonale Zellen anscheinend rund sind, so ist daraus wohl allenfalls — wie mir scheint — zu folgern, dass an ihnen ganz feine durchsichtige, bisher unerkannte, erst im vollkommen ausgebildeten Zustande erkennbare Fortsätze vorhanden sind, aber keineswegs kann hieraus ein Beweis für das Vorhandensein ganz runder, apolarer Nervenzellen im ausgebildeten Zustande gezogen werden.

Während Kölliker die Fortsätze der Zelle als Bedingung für die Verschiedenheit ihrer Form betrachtet, ist Hannover[79]) zu der Ansicht gekommen, dass ein von aussen auf die Zelle wirkender Druck, eine Art Compression oder Raumbeengung durch die umgebenden Gewebe, die Ursache von der Abweichung der Zelle von der Kugel- oder Bläschengestalt sei. Hannover hält nämlich, ähnlich wie man das von der Pflanzenzelle annimmt[80]), die eckige Form der centralen Nervenzellen für die Folge gegenseitigen Drucks aufeinander. Dieser Ansicht kann ich aber keineswegs beipflichten, denn es ist in jedem Abschnitte aus dem Rückenmarke u. s. w. an den grossen Nervenzellen ohne Schwierigkeit wahrzunehmen, dass ein gegenseitiges Comprimiren nicht die Ursache ihrer eckigen Form sein kann; denn jede Zelle hat Platz genug, und man sieht oft sehr eckige Zellen, ganz isolirt oder in grosser Entfernung ringsum von andern; in diesen Fällen war also Compression, Raumbeengung durch andere Zellen und die Entstehung der eckigen Form aus diesem Grunde unmöglich.

Eine andere Ansicht hat Bidder[81]) 1847 aufgestellt. Bidder[82]) sagt, dass „die ganz feinen oder nackten Ganglienkugeln kaum jemals regelmässig rund oder oblong seien, sondern gewöhnlich von unregelmässiger, selbst eckiger Gestalt. Sind sie dagegen noch von der Primitivscheide der erweiterten Nervenröhre, und zwar so eng umschlossen, dass zwischen Hülle und Kugel kein Zwischenraum bleibt, so erscheint das Ganze in regelmässig runder oder oblonger Form, d. h. die Ganglienkugel muss sich der Gestalt jener Erweiterung anpassen, indem sie in dieselbe gleichsam eingezwängt wird. Bietet dagegen jene Erweiterung mehr Raum dar, als zur Aufnahme der Ganglienkugel erforderlich ist, so tritt die unregelmässige Form der letzteren auch sogleich wieder hervor."

Es ist aber schwer zu begreifen, wie die „wachsartig" feste Masse der Ganglienkugel sich von der zarten Nervenhülle solle „einzwängen" lassen, so dass die ursprünglich unregelmässige Kugel „rund" oder „oblong" wird. Bidder hat hier wiederum, in der Idee befangen, dass die Zelle in der Röhre liege, jene Theorie aufgebaut, ohne Gründe. Bidder hat wohl in der neuesten Zeit diese seine Ansicht aufgegeben, indem er selbst, sowie seine Schüler[83]) vier Gattungen von Nervenzellen annehmen (uni-, bi-, quadri- und multi-polare, während Bidder [s. u.] überall früher nur bipolare annahm), bei denen jene Anschauung doch ganz unnatürlich wäre.

Es mögen diese Andeutungen vorerst als ein Fingerzeig dafür betrachtet werden, dass auf die Form der Zellen allein ein Unterscheidungsmerkmal kaum gegründet werden kann, und dass uns die Bedingungen, welche die verschiedenen Abweichungen der Nervenzellenform von der Kugelgestalt erzeugen, noch nicht genügend bekannt sind.

79) Hannover, recherches, l. c. 1844.

80) S. z. B. den Aufsatz Hugo von Mohl's: „Vegetabilische Zelle", in: R. Wagner's Handwörterb. der Phys. IV. Bd. p. 168.

81) Bidder, Verhältniss der Ganglienkörper und der Nervenfasern. 1847.

82) Bidder, 1847. l. c. p. 25. 83) Owsjannikow l. c. p. 40. Kupffer, Schilling, Metzler a. a. O.

2. Die Grösse der Nervenzellen betreffend.

Bei der Untersuchung verschiedener Theile des Nervensystems wird man häufig von der Grösse der Zellen in bestimmten Theilen, und wiederum von der Kleinheit der Nervenzellen in anderen Theilen überrascht. So sieht man die grossen multipolaren Nervenzellen in der vorderen grauen Substanz des Rückenmarks (Vorderhörner) in allen Thierclassen bedeutend hervorstechend, und man sollte glauben, dass diese Zellen eine besondere Gattung bilden müssten, im Vergleich zu den kleinen Zellen, z. B. der Substantia gelatinosa der Säugethiere. Dieses Criterion zeigt sich aber haltlos, wenn man die verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines und desselben Thieres untersucht, und findet, dass z. B. bei'm Kalbe die multipolaren Nervenzellen der grauen Vorderhörner im unteren Theile des Conus medullaris, in der Nähe des Filum terminale, allmählig so auffallend an Grösse abnehmen, dass sie endlich denen der Substantia gelatinosa gleich kommen; wenn man ferner findet, dass z. B. im Frosch-Rückenmark die dreieckigen grossen Nervenzellen, welche in den grauen Vorderhörnern so auffallend sind, nicht selten von einzelnen Zellen, welche man in den grauen Hinterhörnern findet, an Grösse übertroffen werden; wenn man ferner findet, dass z. B. im Rückenmarke von Petromyzon, — wo die (von Owsjannikow sogenannten) runden oder bipolaren Zellen sich meistens durch ihre bedeutende Grösse von den spindelförmigen Zellen der vorderen grauen Substanz unterscheiden, — nicht selten so auffallend grosse Spindelzellen erscheinen, dass sie den sogenannten runden an Grösse kaum nachstehen, selbst solche übertreffen (s. o. p. 847). Ich glaube daher auch, dass die Grösse der Zellen an und für sich keinen Unterscheidungsgrund für Nervenzellen im Allgemeinen abgeben kann. Dass die verschiedene Grösse der Nervenzellen auf eine verschiedene Function hinweise, wie Bidder (1847, l. c. p. 35) als höchst wahrscheinlich behauptet — ist bis jetzt durch nichts bewiesen.

Robin [84]) meint, es gäbe zweierlei Classen von Ganglienzellen, die einen für die Empfindungs-Nervenfasern, die andern für die sympathischen Fasern, entsprechend diesen beiden Faser-Systemen. Schon R. Wagner widerspricht dieser Ansicht, weil es „1) so zahlreiche Uebergänge von den dicken zu den feinen Fasern giebt, dass die Annahme eigner nutritiver Fasern zweifelhaft ist"; weil „2) von einzelnen Zellen der sympathischen Ganglien, z. B. am Magen, Fasern entspringen, welche in ihrem Durchmesser mit denen der breiten Cerebrospinalfasern übereinstimmen." Es giebt aber noch einen andern Grund, welcher diese Annahme unstatthaft erscheinen lässt. Untersucht man nemlich die in Spinal- (u. a.) Ganglien enthaltenen Nervenzellen in feinen Abschnitten, welche Schicht für Schicht in gewisser Richtung aus diesen Ganglien genommen worden sind, alsdann kommt man bald zu der Erkenntniss, dass zwischen den verschiedenen grossen Nervenzellen Uebergänge Statt finden, und dass in der Grössen-Scala keine auffallende Lücke existirt. Die Nervenzellen eines und desselben Organtheils bieten ferner in verschiedenen Entwicklungs- und Lebenszuständen verschiedene Grössen dar. So fand z. B. schon Valentin [85]), dass die grossen Nervenzellen im Lobus electricus cerebri des Zitterrochens bei erwachsenen Individuen 0,0040″ — 0,0030″ (Par.), bei Embryonen 0,0025″ —0,0018″ (Par.) als mittleren Durchmesser zeigen, also in der Grösse mehr wie um das Zwiefache variiren, aber auch in einem und demselben Ganglion erwachsener Individuen findet man sehr verschiedene Grössen der Nervenzellen, z. B. in fast jedem Ganglion sacrale des Vogels (Puters) finde ich neben den gewöhnlichen grossen Zellen auch solche, die nur $1/_3$ — $1/_5$ so gross sind.

Eine ähnliche Eintheilung der Nervenzellen wie Robin, nach ihrem Durchmesser, versuchte auch Corti in den Nervenzellen der peripherischen Ausbreitung des Nervus Acusticus [86]), und

[84]) Robin, in: l'Institut. Mars 1847. S. auch R. Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 7.

[85]) Valentin, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales, in: Denkschriften der allgem. schweizer. Gesellsch. für die ges. Naturwissenschaft. 6. Bd. 1841, p. 25.

[86]) Corti, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. III. 1851. p. 136.

zwar theilt er die Nervenzellen ein in grosse, von 0,058‴ bis 0,07‴ (Kern = 0,006‴), und in kleine von 0,02‴ bis 0,03‴ (Kern = 0,0020‴). Diese Eintheilung erscheint aber unzulässig, wenn man die verschiedene Grösse der Nervenzellen in Ganglien überhaupt genau untersucht. Hier findet man, wie gesagt, Uebergänge von den grösseren zu den kleinsten Nervenzellen.

Die verschiedene Grösse der (genuinen) Nervenzellen läugnet zwar Owsjannikow bei Fischen (l. c. pag. 32), wie bei höheren Wirbelthieren (pag. 37), in Widerspruch mit den vorstehend genannten Autoren; er sagt: „ceterum talem diversitatem cellularum, qualem etiam, ad magnitudinem quod attinet, quidam scrutatores sibi observavisse videntur, nos nequaquam invenimus, sed potius omnes inter se pares . . vidimus.“ Dies ist aber nicht zuzugeben. Man sieht hier, namentlich im Rückenmark der Säugethiere, oft genug bedeutende Verschiedenheiten, zuweilen selbst ganze Nester voll auffallend grosser, oder ganze Nester voll auffallend kleinerer genuiner (sogenannter multipolarer) Nervenzellen, so dass ein Unterschied in der Grösse im Allgemeinen durchaus nicht geläugnet werden kann, ohne dass man jedoch jetzt schon im Stande wäre, hierauf eine Classification zu gründen.

Die verschiedene Grösse der Nervenzellen beobachtete auch Metzler im Vogel-Rückenmark (p. 30), ohne jedoch hierin ein Eintheilungsprincip zu finden. Die kleineren Nervenzellen sah Metzler (p. 30) im Vogel-Rückenmark vorzüglich „canaliculum centralem versus.“

In der neuesten Zeit glaubt endlich Jacubowitsch in der Grösse der Nervenzellen ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Nervenzellen aufgefunden zu haben, und er gründet hierauf folgende Classification. Jacubowitsch [87]) unterscheidet drei verschiedene Arten von Nervenzellen: 1) Motorische Zellen; dies sind die sogenannten vielstrahligen Zellen in den grauen Vorderhörnern des Rückenmarks, die sich aber auch an vielen Stellen der Medulla oblongata und des Gehirns finden, und die grössten Nervenzellen sind; sie seien bei 100-facher Linearvergrösserung schon gut zu sehen. 2) Empfindungszellen; sie sind 3 bis 4 Mal kleiner als die motorischen Zellen, finden sich im Rückenmark in der gelatinösen Substanz, der Substant. gelat. centralis, ausserdem in vielen Stellen der Med. oblongata und des Gehirns. Dieselben sollen bei 350-facher Linearvergrösserung zu sehen sein. 3) Sympathische Zellen; sie sind 2 Mal so klein als die motorischen Zellen, rund oder oval, haben nur einen sehr feinen Ausläufer; finden sich in den von mir sogenannten Dorsalkernen, und an vielen Stellen der Medulla oblongata und des Gehirns. Da Jacubowitsch seine Dimensionsangaben nicht in Zahlen ausgedrückt hat, so will ich dieses hier, nach dem Ergebnisse meiner Messungen, suppliren. Die grössten motorischen (sogenannten multipolaren) Nervenzellen messen bei Menschen und Säugethieren circa $^1/_{20}$‴ (= 0,05‴). Die Empfindungszellen, nach Jacubowitsch, müssten also eine Dimension von $^1/_{60}$‴ — $^1/_{80}$‴ (0,016‴ — 0,012‴) haben. Die sympathischen Nervenzellen dagegen hätten einen Durchmesser von $^1/_{40}$‴ (= 0,025‴). Im Groben genommen müssten also Nervenzellen von drei verschiedenen Dimensionen vorhanden sein: motorische Nervenzellen von 0,05‴, sympathische von 0,02‴, sensible von 0,01‴ im Durchmesser, ohne dass Uebergänge zwischen diesen verschiedenen Grössen statuirt werden könnten. Nach dem Ergebnisse meiner eignen Erfahrungen kann ich mit diesen Annahmen Jacubowitsch's [88]) nicht übereinstimmen. Ich finde eben eine vollständige Reihe von Uebergängen in der Grösse der verschiedenen Nervenzellen, wie ich oben p. 874, ff. bereits auseinandergesetzt habe. Die specielleren Angaben Jacubowitsch's aber ent-

87) Jacubowitsch, in: Bulletin etc. de l'Académie imp. des Sciences de St. Pétersbourg, 1856, l. c.; ferner: Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns u. s. w., Breslau, 1857.

88) Jacubowitsch und Owsjannikow behaupteten schon ein Jahr früher (Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg. 1855, 12. October), alle Gehirnnerven, mit Ausnahme der 3 höheren Sinnesnerven, „nehmen von 2 Arten von Zellen ihren Ursprung: 1) Bewegungszellen, die analog denen in den vorderen Hörnern des Rückenmarks sind, und 2) Empfindungszellen, welche drei bis vier Mal feiner sind als jene“ (wie ihre Ausläufer).

halten genügendes Material, aus welchem hervorgeht, dass seine Eintheilung nicht auf fester Grundlage ruht, wie ich in Folgendem auseinander setzen werde.

1) Betrachten wir zuerst, was Jacubowitsch über seine Bewegungs-Nervenzellen sagt. Die Form der grossen (Bewegungs-) Nervenzellen beschreibt Jacubowitsch (l. c. 1857, p. 22) als „unregelmässig sternförmig . . kolbig, oder spindelförmig; und diese Veränderlichkeit der Form bezeichnet Jacubowitsch „als Characteristicum für diese Zellen gegenüber allen übrigen." Hiermit kann ich nicht einstimmen, weil auch in den Nervenzellen der andern Substanzen des Rückenmarks, ausser den grauen Vorderhörnern, den Ganglien etc., sogar in der weissen Substanz, sehr verschiedene Formen, mit den von Jacubowitsch genannten übereinstimmend, vorkommen. Dass der Zellen-Inhalt, und der des Kerns und des Nucleolus der Bewegungs-Nervenzellen mikroskopisch „sich durch Nichts von dem Inhalte der Empfindungszellen unterscheidet", giebt Jacubowitsch (l. c. 1857, p. 22) selbst an. Die Ausläufer der Bewegungs-Nervenzellen, nach Jacubowitsch (l. c. 1857, p. 22), sind „wenigstens zwei Mal so dick als die der Empfindungs-Nervenzellen." Da die grossen Nervenzellen auch sehr feine Ausläufer haben, so kann dieses Criterion nicht als haltbar angesehen werden. Das Vorkommen der grossen Nervenzellen „überall im Rückenmark" nimmt Jacubowitsch (1857, p. 2) an. Diese Angabe „überall im Rückenmark" bedarf einer Modification, welche Jacubowitsch auf derselben Seite seiner Schrift giebt, indem er sagt, dass sie „in den vorderen Rückenmarks-Hörnern" liegen. Dass die grossen multipolaren Nervenzellen aber auch in den grauen Hinterhörnern u. s. w. vorkommen, ist genugsam von mir documentirt worden, und Jacubowitsch selbst giebt (p. 3) zu, dass die grossen Zellen „ziemlich hoch im Gebiete der hinteren Hörner isolirt vorkommen", z. B. am Ursprunge des N. access. Willisii, ferner in dem Rückenmark zwischen den Anschwellungen, „wie auch theilweise in diesen Anschwellungen selbst." Es scheint mir, das Jacubowitsch hier die Dorsalkerne für isolirte Nervenzellen der Vorderhörner hält. Dass die grossen multipolaren Nervenzellen nicht ausschliesslich, aber doch vorzugsweise in den vorderen grauen Hörnern vorkommen, sagt Jacubowitsch auch an anderer Stelle seiner Schrift (1857 l. c. p. 21). Eben so bedarf einer Modification die folgende Angabe Jacubowitsch's, dass die grossen multipolaren Nervenzellen „gänzlich in der Medulla oblongata fehlen, was höchst interessant und wichtig ist" [89]). Hätte Jacubowitsch auf die Hypoglossus-Kerne des Menschen und der Säugethiere einige Aufmerksamkeit verwendet, so würde er gefunden haben, dass dieselben aus grossen multipolaren Nervenzellen bestehen. Diese eine Behauptung Jacubowitsch's, in welcher der Medulla oblongata Elemente (Nervenzellen grösster Gattung) abgesprochen werden, die darin lange dicke Säulen bildend und in zahlloser Menge angetroffen werden, muss billiger Weise schon a priori gegen dessen anderweite Behauptungen einnehmen. Trotzdem will ich, selbstverständlich ein jedes Vorurtheil beseitigend, die übrigen Angaben Jacubowitsch's weiter erörtern. Jacubowitsch (1857 l. c. p. 2) nennt die grossen multipolaren Nervenzellen des Rückenmarks „Bewegungszellen schlechtweg, lediglich in Berücksichtigung ihrer Lage in den vorderen Rückenmarks-Hörnern; steht aber durchaus nicht dafür ein, dass sie nicht möglicher Weise auch eine andere, oder vielmehr mehrere functionelle Bedeutungen in sich beherbergen. ..." Dasselbe gilt auch (p. 3) in Betreff der (von Jacubowitsch sogenannten) „Empfindungszellen". Hieraus ist allein schon ersichtlich, wie wenig Werth Jacubowitsch auf die Classification seiner Nervenzellen legen kann.

2) Gehen wir nun zur Erörterung der von Jacubowitsch über seine Empfindungszellen gegebenen weiteren Mittheilungen über. Die Empfindungszellen sollen, nach Jacubowitsch, „nur bei einer Vergrösserung von 350 gut zu sehen sein, die Bewegungszellen schon bei 100maliger."

[89]) Jacubowitsch, ibid. 1857, p. 2.

Bei 50facher sehe ich beide gut; die von Jacubowitsch sogenannten Bewegungszellen schon bei 20facher Linearvergrösserung. Jacubowitsch (1857 l. c. p. 3) beschreibt die von ihm sogenannten Empfindungszellen als „durchaus spindelförmig, meist drei feine Ausläufer besitzend, nie aber mehr als vier. Vier Ausläufer werden nur sichtbar, wenn die Zellen quer in ihrem grössten Durchmesser getroffen werden, sie sind vier Mal kleiner als die Bewegungszellen, und kommen durchweg im ganzen Rückenmark vom Conus medullaris an in den hinteren Hörnern selbst vor .. vorzugsweise oberhalb einer Linie, die man sich durch die Mitte des Centralcanals quer gezogen denkt. Auch diese Gränze überschreiten sie hier und da [nach vorn hin], ohne sich jedoch mit den Bewegungszellen zu vermischen. Die Empfindungszellen .. verbinden sich mit einander auf einer und derselben Seite, und bilden ausserdem, wie die Bewegungszellen, unzweideutige Commissuren, zunächst die hintere Commissur durchweg im ganzen Rückenmark. . . Die Ausläufer (der Empfindungszellen) theilen sich zwar . . aber nicht so häufig wie die der grossen Nervenzellen; denn mehr als eine doppelte Theilung“ (und auch diese sehr selten) habe Jacubowitsch nicht gesehen. „Die Ausläufer kreuzen sich durchaus nicht, sondern liegen parallel neben und über einander, sind durch ihre Feinheit und äusserst stark reflectirenden, aber äusserst feinen Contouren ausgezeichnet, eine Beschaffenheit, die sie vor jeder Verwechselung mit anderen Nervenfasern schützt“ (pag. 3). Die Nichtvermischung beider Nervenzellengattungen ist um so schwieriger zu begreifen, als Jacubowitsch selbst (ibid. p. 3) anführt, dass „bei dem Ursprung des N. Accessor. Willisii . . die grossen Nervenzellen ziemlich hoch im Gebiete der hinteren Hörner isolirt vorkommen, während die kleinen tief in die vorderen Hörner eingreifen; eben so zwischen den Rückenmarks-Anschwellungen und theilweise in diesen selbst,“ . . also fast im ganzen Rückenmark. Jacubowitsch widerruft hier zugleich seine frühere Angabe [90]), dass die Empfindungszellen an den hinteren Hörnern ausserhalb derselben nach aussen zu etc. vorkommen.

Prüfen wir diese Angaben Jacubowitsch's, und halten wir uns, abgesehen von der Grösse der Nervenzellen, an die anderweiten Angaben des genannten Autors, so wäre die Commissura posterior nichts Anderes als ein Conglomerat von Fortsätzen der Empfindungszellen beider Seitenhälften. Da aber, nach allen Erfahrungen, noch niemals der Fortsatz einer und derselben Nervenzelle einer Seitenhälfte durch die Commissuren hindurch bis in eine Nervenzelle der anderen Seitenhälfte direct verfolgt worden ist (s. o. pag. 916), so kann die erwähnte Annahme Jacubowitsch's nicht zulässig genannt werden. Dass die Ausläufer der Empfindungszellen sich nicht kreuzen — kann eben so wenig bestätigt werden, indem die genannten Ausläufer auch der kleineren Nervenzellen nach den verschiedensten Richtungen hingehen, eben so wie die der grössten Nervenzellen. Auch die Feinheit dieser Ausläufer kann nicht als charakteristisch betrachtet werden, da selbst die grössten Nervenzellen die feinsten Ausläufer besitzen. Dass die Anzahl der Ausläufer eben so wenig etwas charakteristisches bietet, leuchtet von selbst ein, indem Jacubowitsch doch stets nur mehr oder minder verstümmelte Nervenzellen (auf feineren Abschnitten) untersuchte, und nie sicher sein konnte, einige abgeschnittene Fortsätze zu übersehen (s. o. p. 913, ff.), resp. nicht zu Gesicht zu bekommen. Hiernach, und nach den übrigen schwankenden Angaben Jacubowitsch's über die Lage der sogenannten Empfindungszellen, kann ich nicht anders als behaupten, dass Jacubowitsch kein einziges sicheres Merkmal aufstellt, welches seine angeblichen Empfindungszellen von den übrigen mit Sicherheit unterscheiden lässt. Die Empfindungszellen in der Lendenanschwellung findet Jacubowitsch (1857, p. 16) auf Querabschnitten zwischen den „verschieden geformten Inseln von querdurchschnittenen Nervenfasern . . nach der Spitze des Hinterhorns und an dem inneren Rande desselben gruppenweise liegend . . und zwar (die Empfin-

[90]) Jacubowitsch, im: Bulletin de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg, 1856, Mélanges biologiques, Tom. XI. p. 345. Mikroskopische Untersuchungen über die Nervenursprünge etc.

dungszellen) . . . als spindelförmige Zellen mit meist drei Ausläufern. Von diesen Ausläufern lässt sich der eine [diese Nervenzellen habe ich als die grösseren Nervenzellen der Substantia gelatinosa, resp. der grauen Hinterhörner bezeichnet] deutlich in seinem Laufe nach innen, zum Centralcanal, und dann weiter oberhalb desselben in seinem Uebergange auf die andere Seite zur Bildung der hinteren Commissur verfolgen. Die beiden andern gehen entweder direct an die äusserste Gränze des Horns, und hier in die austretenden Nerven über, oder sie treten .. in die hinteren oder in die Seitenstränge über.“ Nach meinen Erfahrungen ist es auf Querabschnitten unmöglich, die Ausläufer einer jener Zellen so weit zu verfolgen, wie Jacubowitsch angiebt; ich läugne überhaupt die Möglichkeit, den Nervenzellen-Fortsatz in so weiter Strecke zu verfolgen, wie Jacubowitsch beschreibt. Die Zahl der Ausläufer ist nicht so sicher zu bestimmen, wie Jacubowitsch annimmt. Die Angaben Jacubowitsch's müssen daher vorerst als problematisch angesehen werden, um so mehr, als man nicht selten die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, ohne sie mit Nervenzellen in Verbindung zu sehen, in die Commissuren (hintere wie vordere) direct und ununterbrochen verfolgen kann (s. o. pag. 268). In der Sacralanschwellung des Rückenmarks sollen die „Empfindungszellen aus den hinteren Hörnern noch tief in die vorderen herabsteigen, und zu beiden Seiten des Sulcus anterior nach innen zu von den Bewegungszellen ihre Lage behaupten“ [91]), was auf einem schrägeren Längsschnitt besonders deutlich sei. Ich habe in solchen Schnitten vergeblich das von Jacubowitsch beschriebene Verhalten gesucht. Die grösseren und kleineren Nervenzellen liegen, ohne bestimmte Gränze, untereinander. Die Empfindungszellen findet Jacubowitsch (p. 29, 1857) auch in dem seitlichen Vorsprung der grauen Substanz, welchen die hintersten und äussersten Theile der grauen Vorderhörner innerhalb der Seitenstränge längs des Dorsaltheils des Rückenmarks machen, und welchen Jacubowitsch als „seitliche Nebenhörner“ bezeichnen will (p. 28). Diese Nervenzellen finde ich von den grossen multipolaren Nervenzellen in nichts wesentlich verschieden. Im Dorsaltheil aber, „wo die Bewegungszellen noch mehr (als im Lendentheile) abgenommen haben,“ findet Jacubowitsch (l. c. 1857, p. 29), dass aus seinen Empfindungszellen „die grauen Vorderhörner fast überwiegend bestehen, indem sie sich zu beiden Seiten des Sulcus anterior in die vorderen Hörner gesenkt haben, wo sie ein mächtiges Lager bilden.“ Die Empfindungs-Nervenzellen findet Jacubowitsch desgleichen in derjenigen grauen Substanz des Halstheils, welcher von der Basis der Hinterhörner aus in die Seitenstränge vorspringt (1857, p. 29, 30). An allen diesen Stellen finden sich, nach meinen Erfahrungen, eben wohl Nervenzellen der grössten Gattung, vermischt mit kleineren, die eine vollständige Reihe bilden, nicht aber bestimmte Lücken in der Dimensionsscala lassen. Ich kann also auch in Bezug auf diese Angaben nicht mit Jacubowitsch übereinstimmen.

Jacubowitsch führt endlich noch Merkmale an, die seine Empfindungszellen von Bindegewebszellen unterscheiden. „Die Empfindungszellen unterscheiden sich von den Bindegewebszellen,“ nach Jacubowitsch p. 15, 16, „1) durch ihre Grösse, und dadurch, dass 2) der mit einem Nucleolus versehene Kern und die umgebende Zellmembran deutlich von einander gesondert sind; die Zellmembran berührt den Kern nicht, sondern der bedeutende Zwischenraum zwischen beiden ist mit einer feinkörnigen Masse gefüllt, welche den Kern von allen Seiten umgiebt. Ebenso wird, wenigstens bei Chromsäure-Präparaten, der deutliche Nucleolus von derselben feinkörnigen Masse umgeben; 3) die Empfindungszellen werden durch Chromsäure gelb, gelbbraun und braunröthlich gefärbt (die Bindegewebszellen nicht, nach anderen Autoren, wohl aber dennoch nach Jacubowitsch); 4) die Empfindungszellen besitzen nie eine Sternform . . . und, kommt auch in höchst seltenen Fällen eine solche vor, so spreche dies nicht gegen ihre Nervenzellen-Natur; 5) die

[91]) Jacubowitsch, l. c. 1857, p. 25.

Empfindungszellen-Fortsätze gehen in Axencylinder über, welche in Nervenfasern sich fortsetzen; 6) die Empfindungszellen endlich finden sich ohne Ausnahme bei allen Thieren an bestimmten Stellen, an den hinteren Hörnern des Rückenmarks" u. a. a. O. Alle diese Unterscheidungsmerkmale müssen ungenügend erscheinen; denn a) die Grösse variirt zu sehr; kleine Empfindungszellen und grosse Bindegewebszellen würden nicht zu diagnosticiren sein; b) der Nucleus berührt auch in Nervenzellen oft anscheinend die Hülle an vielen Stellen, und in den sogenannten Bindegewebszellen ist auch ein Parenchym vorhanden (s. o. pag. 897); c) die Färbung giebt Jacubowitsch selbst als ein mangelhaftes Zeichen zu; d) die Sternform ist auch bei Empfindungszellen — zuweilen — da; e) der Uebergang in Axencylinder und Nervenfasern ist nur schwer an Zellen nachzuweisen, in den meisten Fällen nicht, daher als diagnostisches Mittel nicht für zweifelhafte Zellen statthaft; f) da wo die angeblichen Empfindungszellen sind, könnten ja auch eben so constant Bindegewebszellen vorkommen. Die von Jacubowitsch als Empfindungszellen bezeichneten Elemente des Rückenmarkes fand derselbe auch in solchen Rückenmarken deutlich wieder, die drei Tage lang in mit Salzsäure angesäuertem Wasser gekocht, dann in Chromsäure gehärtet worden waren. Jacubowitsch schliesst daraus, dass jene Zellen Nervenzellen und nicht Bindegewebszellen sein könnten, weil letztere sonst durch das drei Tage lange Kochen hätten aufgelöst, resp. entfernt werden müssen, wie alles andere Bindegewebe. Die aus dem eben bezeichneten Rückenmarke gefertigten feinen Abschnitte behandelte Jacubowitsch auch noch mit Essigsäure, Schwefelsäure, Kali- und Natronlösungen, und trotzdem behielten sie alle die sie auszeichnenden Charaktere, wenn das Reagens nicht zu lange einwirkte. Obwohl ich jene Zellen für Nervenzellen halte, so kann doch der von Jacubowitsch gebrachte Grund von den Gegnern seiner Ansicht deshalb nicht für entscheidend gehalten werden, weil Jacubowitsch die ganzen Thiere kochte, und nach dem Kochen erst den Wirbelcanal öffnete, das Rückenmark herausnahm und in Chromsäure legte etc., demnach auch der Einwurf Raum findet, dass das kochende Wasser nicht gehörig zum Rückenmark selbst gelangen konnte, um das Bindegewebe desselben gewissermassen, sit venia verba, auszulaugen. Ausserdem möchten die oben pag. 895 ff. von mir gegebenen Erörterungen über die angeblichen Bindegewebszellen alle die von Jacubowitsch gemachten Dinstinctionen als nichtig bezeichnen.

3) Die sympathischen Zellen kommen, nach Jacubowitsch (1857 l. c. p. 4), „überall im Rückenmark" vor. Dieselben besitzen zwei Ausläufer (früher 1856, l. c. p. 377, bezeichnete Jacubowitsch sie als mit einem Ausläufer versehen, was derselbe hier als irrthümlich zurückruft). Diese Zellen sind von Jacubowitsch in zwei Varietäten eingetheilt: a) Sympathische Zellen, die in den Spinalganglien des Rückenmarks, im Ganglion Gasseri und in der hufeisenförmigen Commissur der Corpora quadrigemina vorkommen." b) Sympathische Zellen, „die im Rückenmarke vom Conus medullaris an, und an vielen anderen Orten, überhaupt im sogenannten Grenzstrange des Sympathicus sich vorfinden. Dieselben sind nur halb so gross als die sub a. genannten Zellen, heller, ihr Inhalt ist schwach granulirt, ihre Contouren bedeutend zarter, feiner und regelmässiger." Ich brauche hier nur auf die sub b. von Jacubowitsch bezeichneten Nervenzellen Rücksicht zu nehmen. Prüft man die angegebenen Merkmale, so wird es unmöglich, charakteristische Eigenschaften derselben zu finden. Denn die Grösse ist nicht charakteristisch, da Jacubowitsch selbst (pag. 4. 5) zugesteht, „dass die Grösse der Nervenzellen einer und derselben Gattung eine sehr wechselnde ist, . . indem manche Nervenzellen gleicher Gattung in einem und demselben Theile (Ganglion) nur so gross sind wie der Kern der nebenliegenden Zelle", (also um das Doppelte etwa kleiner), woraus Jacubowitsch schliesst, „dass die Nervenzellen in fortwährender Entwicklung begriffen sind." Die Farbe ist auch nicht charakteristisch; denn unter den Nervenzellen einer und derselben Gattung findet man bald sehr helle, bald sehr dunkle, übrigens an Grösse etc. gleiche Nervenzellen. Dasselbe gilt vom Inhalt und den Contouren der Nervenzellen.

Die Fortsätze der sympathischen Nervenzellen des Rückenmarks, nach Jacubowitsch (1857, p. 23), verbinden nicht nur die benachbarten Nervenzellen einer und derselben Seitenhälfte des Rückenmarks, sondern sie betheiligen sich auch wesentlich bei der Bildung der Commissuren, indem sie . . in die hintere oder in die vordere Commissur eintreten, oder auch beide Commissuren mit Ausläufern versorgen." Jacubowitsch will hiermit seine frühere Mittheilung (1855, l. c., pag. 386): „die sympathischen Zellen haben keine Commissur", zurückrufen. So sehr es auch anzuerkennen ist, dass Jacubowitsch selbst die von ihm begangenen Irrthümer zurückruft, eben so ist auch nicht zu vergessen, dass Jacubowitsch seine Behauptungen erst zu kurze Zeit (noch weit von dem „nonum in annum") geprüft hat, als dass man denselben diejenige Wichtigkeit beizulegen im Stande wäre, welche der genannte Autor bei deren ersten Veröffentlichung nothwendiger Weise beanspruchen muss. Ich wiederhole daher nur, was ich oben (pag. 986) über den Antheil der sensiblen Zellen an der Bildung der hinteren Commissur (nach Jacubowitsch) bereits gesagt habe, um zu zeigen, dass auch die oben stehende Behauptung Jacubowitsch's nicht als eine bewiesene angesehen werden kann. Die sympathischen Nervenzellen findet Jacubowitsch (pag. 27, 28) an der Stelle, in welcher ich die von mir als „Dorsalkerne", oder die von Clarke als „posterior vesicular columns" bezeichneten Theile annehme. Oberhalb der Sacralanschwellung ist, nach Jacubowitsch, „die bedeutende Gruppe von sympathischen Zellen, die in der Sacralanschwellung nach aussen und vorn in den vorderen Hörnern lagen [identisch mit der von mir als hintere, äussere grosse Nervenzellengruppe bezeichneten], in den breiten Zwischenraum, der zwischen dem Centralcanal und den hinteren Nervensträngen [weissen Hintersträngen] zu beiden Seiten des Centralcanals ist, doch mehr nach den hinteren Hörnern zu, also fast ganz nach hinten gewandert" [diese „Wanderung" ist darum nicht zuzugeben, als man auf Schicht für Schicht gemachten Querabschnitten keinen Zusammenhang zwischen der hinteren und äusseren grossen Nervenzellen-Gruppe der Vorderhörner und zwischen den Dorsalkernen finden kann]. „Die beiden symmetrisch liegenden Gruppen sind sehr nahe an einander gerückt, so dass sie sich beinahe berühren" [sie liegen ja aber in verschiedenen Seitenhälften, also entfernt genug!]. Dass die Nervenzellen dieses Gebiets von verschiedener Grösse sind, oft kleiner als die grössten multipolaren Nervenzellen der grauen Vorderhörner, habe ich oben (pag. 212) angegeben. Dass darunter aber auch solche sind, welche als die grössten Nervenzellen des Rückenmarks überhaupt betrachtet werden müssen, habe ich nicht minder dargelegt (s. o. pag. 848). Auch in den grauen Vorderhörnern innerhalb der Sacral- und der Brustanschwellung des Rückenmarks findet Jacubowitsch (1857, p. 29) „eine zweite abgegränzte Gruppe sympathischer Nervenzellen" [was ich aber, nach meiner Erfahrung, nicht zu bestätigen im Stande bin]. Endlich findet Jacubowitsch (1857, p. 33) seine sympathischen Nervenzellen in der Medulla oblongata an der Stelle, „welche hier schon die Ursprungsstellen oder Kerne des Hypoglossus, des Glossopharyngeus etc. bilden, . . in den sog. Neben-Oliven" (zum Theil von mir auch Pyramiden-Kerne genannt) etc. Durch diese letzteren Angaben stürzt Jacubowitsch seine Empfindungszellen gänzlich über den Haufen. Denn die Kerne des Hypoglossus sind aus den Nervenzellen grösster Gattung zusammengesetzt, bei Menschen wie bei Thieren. Im unteren Theile des Conus medullaris findet Jacubowitsch (1857, p. 11) die sympathischen Nervenzellen (während die Bewegungs- und Empfindungszellen noch gänzlich fehlen sollen) „in den hinteren wie in den vorderen Hörnern." Nach meinen Erfahrungen sind die Nervenzellen der grauen Substanz in den untersten Schichten des Conus medullaris (Vorderhörner) allerdings in der Mehrzahl durch ihre geringere Grösse von denen der höheren Rückenmarksgebiete anscheinend verschieden (s. o. pag. 898), indessen lässt sich nicht behaupten, dass derartige kleinere Nervenzellen nicht überall promiscue in den grauen Vorderhörnern der übrigen Gebiete des Rückenmarks vorkämen, oder dass sie in den untersten Schichten des Conus medullaris ausschliesslich vorkommen. Der „untere Theil" des Conus medullaris enthält Nervenzellen der grössten Dimensionen zahlreich genug. Ich

glaube, dass, nach allem Vorausgegangenen, die Angaben Jacubowitsch's nicht als solche betrachtet werden können, um auf sie eine charakteristische Classification der Nervenzellen zu gründen.

3. Die Anzahl der von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze betreffend.

Die Zahl der Fortsätze, welche von den Nervenzellen ausgehen, ist endlich als ein Haupt-Unterscheidungsmerkmal derselben angesehen worden. Ich will hier die Mittheilungen eines unserer sorgfältigsten und aufmerksamsten Beobachter anführen. R. Wagner[92]) nimmt 1850 folgende Elemente in der grauen Substanz des (Hirns und) Rückenmarks an, ausser den (durchsetzenden) Primitivfasern: 1) Feinkörnige Masse, als Hauptmuttermasse, bald sparsam, bald reichlich. Wagner nennt diese Masse später (1854, neurol. Unt. p. 159) „intermediäre feinkörnige Masse"; 2) kleine kernähnliche Zellen oder Kerne; Wagner nennt sie „Nuclearmasse". Später nennt er sie blos »Kerne" (l. c. p. 159). Noch später (l. c. p. 195) hält er es für möglich, dass dieselben bipolare Ganglienzellen seien; 3) grössere Zellen ohne Fortsätze, rund, keulenförmig, spindelförmig, geschwänzt, von sehr verschiedener Form und Grösse; er nennt sie „insulare oder strahlenlose Zellen"; 4) Zellen oder Ganglienkörper mit einer Ursprungsfaser. Er nennt sie „einstrahlige Zellen"; 5) längliche, spindelförmige, in zwei polare Fortsätze auslaufende Zellen, mit zwei Faser-Ursprüngen. Er nennt diese „zweistrahlige Zellen". „Diese sind die häufigsten, und setzen, wenigstens bei niederen Wirbelthieren, die Spinalganglien allein zusammen; (bei den Plagiostomen gelingt die Analyse der Ganglien in bipolare Zellen vollständig)." Stannius und Joh. Müller bestätigten Wagner's Entdeckung. Stannius beschreibt zwar bei Fischen, als selten, dreistrahlige, die Wagner für eine getheilte zweistrahlige zu halten geneigt ist. Jedoch giebt Wagner (p. 78) an, dass er (1854) bei Menschen und Säugethieren auch tripolare Ganglienkörper in den Spinalganglien gefunden habe, von denen zwei Fasern peripherisch entsprangen; er hält sie aber (p. 82) für verstümmelte multipolare. Vielstrahlige Ganglienkörper sah Wagner früher niemals. Die Elemente 1, 2, 3, 4 fehlen oft in einzelnen Ganglien; alle in einem kommen selten vor. Ob die apolaren und unipolaren Ganglienkörper nicht häufig blos verstümmelte bipolare sind, hält Wagner mit Stannius (gegen Kölliker) für schwierig zu bestimmen; 6) sehr verschieden geformte Zellen mit vielen, meist von allen Seiten, oft auch nur von zwei Endfortsätzen abgehenden Faser-Ursprüngen. Wagner nennt sie auch, nach Analogie mit den Ganglienkörpern in den peripherischen Ganglien, apolare, unipolare, bipolare, multipolare Zellen, wie Stannius adoptirt hat. Wagner fand die bipolaren Ganglienkörper am häufigsten in den Centraltheilen des Nervensystems (Unters. l. c. p. 48). Wagner fand aber auch an manchen Stellen des grossen Gehirns (Ammonshorn) Zellen, aus deren einem stumpfen Ende unmittelbar eine Menge sehr feiner Fortsätze entspringen, während an der entgegengesetzten Seite ein sehr langer dünner Fortsatz entspringt, der schliesslich auch Fasern abgibt.

Die multipolaren Ganglienkörper in den beiden Hirntheilen (electrischen Lappen) des Zitterrochens fand Wagner 1851[93]) mehr oder weniger sphärisch, ohne Zellenmembran, daher er sie nicht „Zellen" genannt wissen will. Sie bestehen aus einer sehr feinkörnigen Masse, in welche ein grosser, pellucider, bläschenartiger Kern eingesenkt ist. Nach der Peripherie gehen von diesen Ganglienkörpern Fortsätze ab, welche doppelter Art sind. Einzelne sind nicht ramificirt und gehen unmittelbar in

[92]) R. Wagner, Neurol. Untersuch. 1854. p. 47.

[93]) R. Wagner, l. c. p. 111.

gemeine, doppelt contourirte Nervenfasern über, deren Axencylinder sie bilden andere, bald ramificirt, bald nicht, verbinden die einzelnen Ganglienzellen untereinander" [94]).

Dass „die Fortsätze der Ganglienzellen aus den Ganglien des sympathischen Nerven die grösste Aehnlichkeit mit den Fortsätzen der multipolaren Ganglienkörper des Gehirns und Rückenmarks haben," fand Wagner bei wiederholten Untersuchungen [95]) 1853.

Ein anderes System von multipolaren Ganglienzellen fand R. Wagner in den Randwülsten des kleinen Gehirns (l. c. p. 164). „Sie sind retortenförmig, nehmen am bauchigen Ende eine, selten zwei mittelfeine Fibrillen auf, geben dagegen aus ihren starken Fortsätzen aus der entgegengesetzten Seite eine grosse Anzahl von weitreichenden und feinen Aesten ab Diese Aeste gehen in die feinsten Fibrillen über Ob diese Ganglienzellen mit einander in Verbindung stehen oder nicht, bleibt noch ungewiss." Wagner stimmt hier mit Kölliker [96]) ein (Wagner und Ecker, Icon. physiolog. Tab. XIV. Fig. 4). Indessen sind diese Angaben nicht der Art, um aus diesen Ganglienkörpern eine besondere Gattung zu machen.

Die Elemente der Spinalganglien und derjenigen des Sympathicus bei Menschen und höheren Wirbelthieren betreffend, sagt R. Wagner 1854 [97]), dass in den Spinalganglien, dem Ganglion Gasseri vorhanden sind: 1) Bipolare Ganglienzellen, in der Regel und der grossen Menge nach; 2) tripolare Ganglienzellen, in seltenen Fällen, wobei es ungewiss ist, ob nur eine Faser centripetal und die beiden anderen peripherisch laufen, oder umgekehrt [98]); 3) unipolare Ganglienzellen, bei höheren Wirbelthieren; doch vermuthet Wagner Letzteres nur nach seinen Untersuchungen. Ob multipolare Ganglienkörper in den sympathischen Ganglien vorkommen, wie Remak (1854) behauptet, hat Wagner zwar noch nicht bestätigen können, doch hält er sie für wahrscheinlich.

Diese von Wagner aufgestellten Ansichten modificirte er später. 1854 [99]) verwirft Wagner die apolaren Ganglienzellen gänzlich; unipolare lässt er noch zu, verwirft aber später [100]) auch diese, so wie die bipolaren; noch später [1]) hält er unipolare für „unsicher" und nimmt die bipolaren wieder an. Aber auch diese bipolaren verwirft Wagner wieder im Jahre 1854, weil er fand, dass an vielen Stellen des Gehirns beide Fortsätze in feine, oft büschelförmig entspringende Fasern übergehen, so dass alle diese Zellen als multipolare betrachtet werden müssten [2]).

Die bipolaren Zellen der Centraltheile betreffend, welche Wagner dort am „häufigsten" fand, so verwarf er diese 1854. Wagner sagt [3]): „Ueberall im Gehirn werden nur vielstrahlige Ganglienzellen (multipolare) gefunden, und alle angeblichen apolaren, bipolaren und unipolaren sind nur verstümmelte multipolare." Dasselbe nimmt Wagner auch von der Medulla oblongata an; ob vom Rückenmark — sagt er nicht.

An einer späteren Stelle [4]) nimmt Wagner an, „dass wenigstens bei'm Menschen und höheren Wirbelthieren alle Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks multipolare sind." Deshalb will er aber nicht läugnen, „dass nicht hie und da in den Centraltheilen noch bipolare Ganglienzellen in die

[94]) R. Wagner, Neurol. Unters. p. 112. [95]) R. Wagner, Neurol. Unters. p. 146.

[96]) Kölliker, Mikroskop. Anatomie II. 449. Fig. 135.

[97]) R. Wagner, Neurol. Untersuch., 1854. p. 184. 185.

[98]) Im Ganglion Gasseri und den Spinalganglien fand R. Wagner (Neurolog. Unters. 1854 p. 184) „übereinstimmend mit Remak, niemals multipolare Ganglienzellen, wohl aber nicht selten einzelne, wo der eine Pol in einen kurzen einfachen Fortsatz auslief, der sich bald in zwei Aeste (offenbar Faseranfänge), einen dünneren und einen dickeren theilte. Ich schloss daraus, dass es so zu sagen tripolare Ganglien gebe. Die Art der Untersuchung (Zerfaserung), welche allein möglich, macht es unmöglich zu bestimmen, ob die doppelte Faser nach der Peripherie oder nach dem Centrum gerichtet ist. Ist sie nach der Peripherie gerichtet, wie wohl wahrscheinlich, so schliesse ich daraus auf eine Faservermehrung in den Ganglien."

[99]) R. Wagner, Neurolog. Untersuchungen, p. 57 und p. 194. [100]) R. Wagner, 1854, l. c. p. 161.

[1]) R. Wagner, l. c. p. 194. [2]) R. Wagner, l. c. p. 57.

[3]) R. Wagner, Januar 1854, Neurolog. Untersuchungen p. 161.

[4]) R. Wagner, Neurolog. Untersuchungen, l. c. p. 194. 195.

Continuität einzelner Fasern eingeschaltet sind," namentlich hält er solche Bildung „bei den kleinen kernartigen Zellen" für möglich, ähnlich wie in der Retina.

Später sagt Wagner: „Alle Ganglienzellen des Rückenmarks, verlängerten Marks und Mittelhirns u. s. w. haben einen überaus ähnlichen Charakter, und wesentlich den Typus wie in den electrischen Lappen des Zitterrochens (l. c. p. 163). Sie sind von verschiedener Grösse, verschieden pigmentirt, immer aber, wenn auch scheinbar bipolar, mit 4 bis 6 bis zu 15 und 20 Fortsätzen versehen, welche stets a) zur Verbindung der Ganglienzellen untereinander, und b) zum Ursprung von Primitiv-Nervenfasern dienen" (l. c. p. 163).

Aus diesen so wiederholt gewechselten Ansichten eines unserer besten Forscher dürfte wohl schon die grosse Unsicherheit hervorgehen, welche über die Zahl der von den Nervenzellen in den verschiedenen Provinzen des Nervensystems ausgehenden Fortsätzen überhaupt herrscht. Dass aber die von einer Nervenzelle abgehende Zahl von Fortsätzen nicht ein Criterium abgeben darf, auf welches eine Classification der Nervenzellen zu gründen sei, mag man aus den übrigen schwankenden Angaben entnehmen, welche uns die Geschichte der Arbeiten über diesen Punkt darbietet. Hannover sagt 1840 [5]) von den Gehirnzellen: „Es giebt eine Classe von Zellen, von denen keine Fasern entspringen; im Allgemeinen entspringen zwei Fasern von einer Zelle." Er unterscheidet an der Gehirnzelle: 1) die Zellenmembran, 2) den Kern, und 3) das Kernkörperchen. — Das Verhältniss dieser zu einander ist verschieden: a) die Zelle ist nicht grösser als der Kern, und die Zellenmembran kann daher nicht ausserhalb des Kerns hervorragen und ihn mit einem breiteren oder schmäleren Ringe umgeben. Hierdurch sieht man (bei Untersuchung des Gehirns) eine anscheinend grössere Anzahl von Kernen (ohne Zellen) als von Kernen in ihren Zellen liegend. b) Die Zellenmembran ist grösser als der Kern, und umgiebt letzteren mit einem breiten Ringe. Dieser Ring kann breiter und schmäler sein, indem es Uebergangsformen giebt. Die Kerne sind aber selbst Zellen mit flüssigem Inhalte, worin man sich, bei den grossen und grössten Zellen, durch das Rollenlassen derselben überzeugen kann. Hannover unterscheidet von diesen Gehirnzellen die Ganglienzellen. Er hält sie auch für blasenartig, wovon man sich durch das Rollen der Zelle überzeugen könne, aber von den Gehirnzellen verschieden durch folgende Eigenschaften: 1) durch ihre Grösse, und durch die Grösse ihres Kerns und Kernkörperchens, in welchem man oft einen hellen Punkt gewahr wird. 2) Durch das öftere Vorhandensein von mehreren (bis vier) Kernen. 3) Durch ihre grobkörnige Oberfläche, die aus sehr kleinen, blassen, regelmässigen, sechseckigen Kügelchen zusammengesetzt erschien; auf der Aussenfläche dieser Täfelchen liegen die charakteristischen Kerne der organischen Fasern. Im Jahre 1844 stellt aber Hannover den Satz auf, dass jede Hirnzelle zwei Faserursprünge habe; in neuerer Zeit weiss man, dass das nicht der Fall ist. Kölliker hielt die unipolaren Zellen in den Spinalganglien (1844) für die Regel. Bidder liess 1847 [6]) nur bipolare Zellen zu; die Anzahl der Fortsätze einer Nervenzelle nahm er an allen Zellen gleich an; wo mehr als zwei Fortsätze vorkamen, erklärte er sie für Artefacte. In den Centraltheilen, „wo die Verlängerungen (der Zellen) nicht eine gleichmässige, glashelle oder feinpunktirte Beschaffenheit [wie die angeblichen Artefacte], sondern ein fein und unregelmässig gestricheltes oder gefaltetes Ansehen haben, und von der feingekörnten, gelblichen Nervenzelle zuweilen nicht scharf abgegränzt sind, so dass man wohl versucht werden kann, sie für ihres Inhalts entleerte und zusammengefallene Hirn- oder Rückenmarksröhren zu halten" nahm Bidder „nie mehr als zwei" Anhänge von solcher Beschaffenheit wahr, was ihn zu der Vermuthung brachte, „dass auch sie nur die Reste eines Cylinders sind, der in seiner Erweiterung einen Nervenkörper aufnimmt."

[5]) Hannover, in: Müller's Archiv, 1840, p. 556.

[6]) Bidder, l. c. p. 46 u. a. O.

Von dieser exclusiven Ansicht ist Bidder wohl später zurückgekommen, indem er selbst wie seine Schüler mehr als zwei wirkliche Nervenfaser-Ursprünge von einer Zelle annehmen. [7]).

Nach den Untersuchungen von Bidder, Wagner, Robin u. A. wurde die Annahme von dem allgemeinen Vorkommen der bipolaren Nervenzellen so exclusiv, dass R. Wagner [8]) sich bestimmen liess, zu behaupten, dass er die Ganglien nicht als Multiplicationsorgane für Nervenfasern ansehen könne. Jedoch zeigten die späteren Untersuchungen das Haltlose der oben erwähnten exclusiven Ansichten immer mehr, und wiesen eine Uebereinstimmung der Nervenzellen, wie im Allgemeinen, so auch in dieser Beziehung nach. Später hat Wagner aber selbst die multipolaren Nervenzellen doch als Vermehrungsorgane für Nervenfasern erklärt, und die unipolaren Nervenzellen wurden in neuerer Zeit eben so sicher gestellt (Corti u. A.) wie die multipolaren.

Apolare Nervenzellen im Rückenmark läugnete Owsjannikow 1854 (l. c. pag. 32. 33. 37) bei Fischen wie bei Säugethieren: „... corpuscula gangliosa apolaria etc., vel ramulos diffissos, arte producta esse ... censemus.“ Aus dem Voranstehenden geht genügend hervor, dass ich ganz seiner Ansicht bin, wenn er sagt: „in segmentibus tenuioribus, semper evenit, ut, quoniam pars indumenti incisione ablata est, sola cellula vel ejus pars, cum ramulis compluribus adspectu pateat.“ Owsjannikow theilt aber die Nervenzellen in folgende Gattungen ein [9]): 1) unipolares, quae sunt organicae seu sympathicae; 2) bipolares, quae sunt cellulae gangliosae sensitivae; 3) quadripolares, quae sunt cellulae gangliosae motibus reflexivis inservientes; 4) multipolares, quae sunt cellulae gangliosae in quibus voluntas est posita.“ Die quadripolaren sollen vorzugsweise im Rückenmark der Wirbelthiere vorkommen; „quas quamvis quintum ramulum dimittere posse crediderim, tamen in piscibus eum nunquam certo observare potui.“ Bei Säugethieren statuirt Owsjannikow also auch quinquepolares. Die multipolaren sollen bei Menschen und höheren Wirbelthieren vorzugsweise im Gehirn vorkommen, „inter se, uti videtur, connexae.“ Gegen diese Eintheilung an und für sich liesse sich im Allgemeinen nicht viel einwenden; es mögen Zellen existiren, die von Natur nur die eine oder die andere Zahl von Ausläufern haben; wohl aber gegen die Deutung der einzelnen Zellenarten. Die multipolaren kommen im Rückenmarke in Masse vor; meistens sind sie darin multipolar. Dass die quadripolaren der Reflexbewegung dienen, ist eine willkürliche Annahme; ob die unipolaren sympathische oder organische sind, ist auch nicht bewiesen. Dass aber im Rückenmark Nervenzellen mit mehr als fünf, dass solche mit sechs, acht bis zehn und mehr grossen Fortsätzen darin vorkommen (auch bei Fischen), das ist oben (pag. 852) genügend bewiesen. Mit Owsjannikow übereinstimmend haben sich Metzler, Kupffer und Bidder (s. o. p. 913, ff., Zahl der Nervenfaser-Fortsätze) geäussert; in neuester Zeit scheint Bidder und Kupffer indess alle Nervenzellen als fünfpolige (s. o. pag. 914) anzusehen, eine Annahme, welche durch die Thatsachen widerlegt wird (s. o. pag. 913). Dass aber apolare Nervenzellen nicht existiren [10]), heben Bidder und Kupffer in der neuesten Zeit mit Recht hervor. Ueber die Form der peripherischen Nervenzellen sind ausser dem bereits Erwähnten noch die verschiedensten einander widersprechenden Ansichten geäussert worden. Multipolare Nervenzellen in peripherischen Ganglien beobachtete Stannius [11]) und Frey (in Spinalganglien und Gangl. Gasseri des Kalbs, im Vagus vom Pleuronectes). Ebenso Remak [12]). Nach Budge [13]) sind dagegen im Gränzstrang des Sympathicus Ganglienkugeln ohne Fortsätze. Küttner hinwiederum [14]) findet nur unipolare Ganglienkugeln im Sympathicus. Selbstständige

[7]) S. die Dissertationen seiner Schüler: Owsjannikow, Schilling, Kupffer u. A.
[8]) R. Wagner, Handwörterbuch d. Phys. III, 1. Abth. p. 396.
[9]) Owsjannikow, l. c. p. 40. [10]) Bidder und Kupffer, 1857, p. 30. [11]) Stannius, 1852, Gött. Nachr.
[12]) Remak, l. c.; s. auch R. Wagner's Neurol. Unters. 1854, p. 57.
[13]) Budge, Iris. 1855, p. 39. 41.
[14]) Küttner, Diss. de origin. nervi sympath. ranarum. Dorpat 1855.

Ganglienkugeln (also runde, ohne Ausläufer) werden noch 1855 von Bratsch und Ranchner (l. c. p. 12) angenommen (auch p. 19)[15]). Multipolare Nervenzellen in den Ganglien läugnet in neuester Zeit Jacubowitsch (1857, p. 5), obwohl er fand, dass deren Form nicht immer oval oder rund ist. Ich habe indessen, obwohl selten, multipolare Nervenzellen auch in den verschiedensten Spinal-Ganglien gefunden, und was die apolaren betrifft, so sind dieselben nur Artefacte (s. o.).

Dass die peripherischen Nervenzellen in Bezug auf die Zahl ihrer Fortsätze nicht so auffallend verschieden von den Nervenzellen der Centralorgane sind, geht aber aus vielen Thatsachen hervor. So fand schon Stannius[16]) in Ganglien, wo nur bipolare Nervenzellen angenommen wurden, drei Nervenfasern von einer einzigen Zelle abgehend; die neueren Untersuchungen Frey's und Remak's, der eine sehr grosse Zahl feiner Nervenfasern von einer Ganglienzelle in Spinalganglien entspringen sah, sprechen noch mehr für jene Gleichheit peripherischer und centraler Zellen. Ich habe in dem Ganglion Gasseri des Kalbes wiederholt und mit aller Evidenz tripolare und quadripolare Nervenzellen gesehen. In der radix N. Trigemini Torpedinis finde ich nicht blos bipolare, sondern auch tripolare Nervenzellen in einem feinen Abschnitt. Aber auch Kölliker wendet sich in der neuesten Zeit dieser Ansicht zu; denn wenn Kölliker[17]) sagt, dass in Ganglien Zellen mit verästelten Fortsätzen „selten" sind[18]), so beweist doch dies eben, dass sie da sind; und wenn Kölliker sagt, dass darin sich solche mit drei und vier Fortsätzen ebenfalls „selten" finden, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen — (Kölliker, ibid.) — so muss auch dies eben ein genügender Beweis ihrer Existenz in den Ganglien selbst auch für Kölliker sein.

Auch die sogenannten bipolaren grossen Nervenzellen im Rückenmarke von Petromyzon sind nur ungenügend erkannte multipolare Nervenzellen. Ich habe mit aller Evidenz von manchen dieser Zellen drei oder vier Fortsätze nach verschiedenen Richtungen abgehen sehen; die Längsabschnitte zeigen freilich in den meisten Fällen nur zwei Pole, von welchen in entgegengesetzten Richtungen Fortsätze abgehen (Genaueres s. o. pag. 849). Auch die von Bidder behaupteten Abgänge zweier Nervenfasern von einer Zelle in peripherischer Richtung sind höchst problematisch, und Stannius[19]), welcher diese Bidder'schen Beobachtungen zu bestätigen scheint, thut dies doch ganz unbestimmt. Er spricht von „anscheinend peripherischer Richtung", und dass die beiden Pole „sich zu verhalten schienen," wie Bidder angegeben. Wer sagt uns denn, dass der 3. centripetale Pol nicht abgerissen war, selbst zugegeben, dass zwei centrifugale vorhanden waren? Stannius' Angabe[20]) von tripolaren Nervenzellen in den Ganglien des Trigeminus und Facialis der Haifische, von denen er eine Abbildung giebt, die in der That keinen Zweifel aufkommen lässt — falls (wie nicht anders von Stannius zu erwarten ist) die Abbildung ganz getreu ist — deuten sattsam darauf hin. Einige Angaben anderer Forscher über diesen Punkt sind oben (pag. 989, u. a. O.) mitgetheilt worden.

Nach diesen und andern Thatsachen lässt sich kaum noch die Behauptung halten, dass zwischen centralen und peripherischen Nervenzellen in Beziehung auf die Zahl der von ihnen ausgehenden Fortsätze ein wesentlicher Unterschied Statt finde.

[15]) Bratsch und Ranchner (p. 14) behaupten 1855, ich läugnete die Ganglienkugeln im Rückenmarke; da ich aber schon 1843 (s. meine Schrift über die Medulla oblongata) die Existenz der multipolaren Nervenzellen darin angenommen hatte, so fällt wohl diese Angabe. [16]) Stannius, l. c. p. 48. 49.

[17]) Kölliker hatte über das Verhältniss der hinteren Nervenwurzeln und ihrer Ganglien früher (bis 1850) die Behauptung aufgestellt, dass beide in keiner continuirlichen Verbindung stehen. In den Spinalganglien nimmt Kölliker den Ursprung neuer Fasern von je einer Ganglienkugel an; diese neue Faser verläuft peripherisch, steht also mit dem Rückenmarke nicht in Verbindung; Kölliker nennt sie Ganglienfasern (Mikr. Anat. 502—505). Die Fasern der hinteren Nervenwurzeln sollen durch das Ganglion hindurchlaufen, und bei'm Menschen und Thieren in durchaus kein Verhältniss zu den Nervenzellen des Ganglion treten, p. 504. Indess ist Kölliker von diesen exclusiven Ansichten, wie aus dem Obigen hervorgeht, wohl wieder abgekommen.

[18]) Kölliker, Gewebelehre, 1855, p. 291. [19]) Stannius, Nervensyst. der Fische, 1849, p. 148.

[20]) Stannius, l. c. p. 148, 149.

4. Die Dimension der von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze betreffend.

Auch die Dimension der Nervenzellen-Fortsätze kann kein Criterion zu ihrer Unterscheidung abgeben, weder bei peripherischen, noch centralen Zellen. Dass zwischen Grösse der Nervenzellen und Grösse oder Breite der mit ihr in Verbindung stehenden Primitivfasern ein in der Art bestimmtes Verhältniss Statt finde, dass von grossen Zellen dicke Fasern, von kleinen Zellen dünne Fasern abgehen, wie Bidder [21]) und Robin [22]) behaupteten — ist durch viele Thatsachen widerlegt, die Stannius, Wagner u. A. mitgetheilt haben. Es gehen selbst von den grössten Zellen feine Fasern ab, obwohl die dicksten Fasern nicht von den kleinsten Zellen, und der von Bidder gegen solche Ansicht im Voraus angeführte Grund entbehrt aller Stütze. Die verschiedene Gestalt der Ausläufer der multipolaren Nervenzellen in den Ganglien leitete nämlich Bidder [23]) von „dem Durchdringen der Ganglienkugel durch enge Spalten ihrer ersten Hülle" ab. Auch die Fortsätze der multipolaren Nervenzellen in den Centralorganen leitete Bidder (pag. 46) „der grossen Mehrzahl nach" davon ab, „dass die innere, zähe, glasartige Grundmasse durch Zerrung, Druck u. dgl. ihre ursprüngliche regelmässig abgerundete Form aufzugeben genöthigt wurde und die zu drei-, vier- und mehrfacher Zahl vorkommenden Ausläufer, die Purkinje und Hannover abbildeten, seien sicherlich auf diese Art entstanden."

Auch von dieser Ansicht ist wohl Bidder zurückgekommen, da in den Schriften Schilling's und anderer seiner Schüler nicht mehr von diesem Axiom die Rede ist. Ein einziger feiner Abschnitt aus einem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke weist übrigens jene Ansicht als unhaltbar nach. In der That eine eigenthümliche Ansicht, mit welcher Bidder wohl isolirt dasteht. Dass Bidder aber diese frühere Ansicht nicht mehr aufrecht erhält, geht wohl am schlagendsten aus der von ihm und seinen Schülern vertheidigten Behauptung hervor, dass bei Petromyzon aus einer und der nämlichen Nervenzelle des Vorderhorns vordere und hintere Nervenwurzeln sowie Commissurenfasern etc. entspringen [24]).

[21]) Bidder l. c. 1847, p. 35, 36, 40.

[22]) Robin l. c.; auch in Froriep's und Schleiden's Neuen Notizen, April 1847, Nr. 26; II. Bd. Nr. 4, p. 50; III. Bd. Nr. 14, p. 212, 213.

[23]) Bidder, 1847, l. c. p. 26, 46.

[24]) Welch' crasser Widerspruch sich in den Angaben der heutigen Forscher, in Betreff der Structur und Bedeutung der centralen Nervengebilde, resp. des Rückenmarks, leider nur zu häufig kund giebt, erhellt am auffallendsten aus den Arbeiten Bidder's und seiner Schüler. Nach Owsjannikow, Bidder und Kupffer u. A. entspringen bei Fischen (Petromyzon) etc. aus einer und der nämlichen Nervenzelle des grauen Vorderhorns eine vordere und eine hintere Nervenwurzel-, eine Commissurenfaser und eine zum Gehirn gehende Faser. Dass letztere Bewegung (Willen) und Empfindung zugleich leiten muss, versteht sich von selbst. Wenige Jahre später behauptete Jacubowitsch (und Owsjannikow, welcher 1855 gemeinschaftlich mit Jacubowitsch arbeitete), dass es drei verschiedene Arten von Zellen gebe, aus denen drei verschiedene Arten von Fasern entspringen sollen: motorische, aus welchen nur motorische Fasern entspringen; sensitive Zellen, aus denen nur sensitive, und sympathische Nervenzellen, aus welchen nur sympathische Nervenfasern entspringen sollen (s. o. pag. 983). Prüft man die Gründe, auf welche jene Forscher ihre Angaben basiren, so kann man nur bedauern, solche nicht bewahrheiten zu können. Und so sehr Bidder und seine Schüler versichern, dass sie eben jenes Entspringen motorischer und sensibler Wurzelfasern aus einer und der nämlichen Nervenzelle mit einer Evidenz (bei Petromyzon) gesehen hätten, die nichts zu wünschen übrig lasse, so drücken sich wieder Bidder und Kupffer an anderen Orten ihrer neuesten Schrift zweifelhaft über jenes Verhältniss aus: „Ob aus einer Nervenzelle vordere und hintere Nervenwurzeln hervorgehen, oder ob dieselben von verschiedenen, aber durch Communicationsfäden in directer Verbindung stehenden Zellen entspringen", lassen nämlich Bidder und Kupffer (p. 86) „für's Erste unentschieden." Kölliker (Gewebelehre, 2. Aufl. 1855, pag. 106) sagt von den neueren Arbeiten über die Tastkörperchen, dass sie so widersprechende Resultate ergaben, dass der Glaube an die Exactheit der mikroskopischen Forschung dadurch einen bedeutenden Stoss erhielt. Diesen Ausspruch kann man, — wenn auch nicht auf fast jedes Capitel der mikroskopischen Anatomie — so doch am allerersten auf die Lehre vom feineren Bau des Rückenmarks, und namentlich auf die Lehre von dem Ursprung der verschiedenen Nervenwurzeln, die Classification der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen, wie solches im Vorstehenden bezeichnet worden ist, anwenden. Künftig werden, wie ich oben pag. 971, 972 angedeutet habe, solche Widersprüche verschwinden müssen.

Schon 1849 fand Stannius[25]) an den peripherischen Ganglienzellen von Petromyzon, dass die von einer Zelle abgehenden Nervenfasern nicht gleich breit sind, eine oft schmal, die andere breit, und sprach sich gegen Bidder's[26]) Ansicht aus, obwohl er übrigens die schöne Entdeckung Bidder's, Robin's und Wagner's im weitesten Umfang bestätigte. Dass „von einer Seite (einer Ganglienkugel beim Rochen) eine feine, von der anderen eine dickere Faser entspringt", fand R. Wagner[27]). Ausser Stannius und Wagner haben Remak, Harless[28]) u. A. so schlagende Beweise gegen jene Behauptung gebracht, dass auch von der Dimension der Nervenzellen-Fortsätze ein Criterion zu ihrer Classification nicht herzunehmen ist. Im Rückenmarke des Menschen wie aller Wirbelthiere kann man auf Längs- wie auf Querabschnitten ohne viele Mühe finden, dass die Dicke der Nervenzellen-Fortsätze oft bedeutender ist, als die einer breiten Primitivnervenfaser, noch häufiger viel schmäler, oder von gleicher Dimension wie diese. Die Fortsätze der grossen Nervenzellen im Rückenmark der Säugethiere fand auch Schröder v. d. Kolk öfter dicker als die Primitivnervenfasern (l. c. 1854, p. 10).

5. Die Structur der Nervenzellen-Fortsätze und ihr Verhältniss zu den Nervenfasern betreffend.

Das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenzellen betreffend, so war bekanntlich schon durch einen der ersten Beobachter (Purkinje) angenommen worden, dass die Fortsätze der (multipolaren) Nervenzellen aus einer dem Nervenzellenparenchym gleichen Masse bestehen. Helmholtz drückt dieses in seiner Schrift ganz entschieden aus, dass der Anfang aller von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze ein wenig von der nämlichen granulirten Masse enthält, aus welcher die Nervenzellen bestehen, während die entfernteren Abschnitte der betreffenden Fortsätze den Nervenfasern ganz ähnlich seien[29]). Dieses war wohl die Ansicht aller Histologen, ausser Hannover's[30]), bis zum Jahre 1847, wo Bidder eine ganz entgegengesetzte Meinung aufstellte. Das Verhältniss der Nervenfaser zu den Nervenzellen wurde nämlich von Bidder[31]) so dargestellt, als „liege die Ganglienkugel, innerhalb der Primitivnervenfaser, mitten in einer Röhre . . ., von allen Seiten von dem flüssigen Nerveninhalt umgeben, so dass sie in demselben frei zu schwimmen scheint, oder nur an den Polen der Erweiterung mit der Nervenflüssigkeit zusammenstossend, im übrigen Umfange an die innere Fläche der primitiven Nervenscheide unmittelbar angränzend." Die Ganglienkugel „füllt die erweiterte Stelle der Primitivfaser entweder nicht vollkommen aus, oder wird von dem Contour der erweiterten Stelle ringsum eng umschlossen," p. 24, oder ist in die Erweiterung der Nervenröhre „gleichsam eingezwängt", und „muss sich der Gestalt jener Erweiterung anpassen",

[25]) Stannius sagt: „dass die in einen bipolaren Ganglienkörper eintretende Nervenfaser oft ausserordentlich fein, während die austretende Faser sehr viel breiter zu sein pflegt, oft 6—7 mal breiter. Es findet eine Verbreiterung der Markmasse und Erweiterung der Hülle Statt." S. R. Wagner, Neurol. Unters., 1854, pag. 88.

[26]) Stannius, 1849, Periph. Nervensystem der Fische, p. 93.

[27]) R. Wagner, Sympath. Nerv., Ganglienstructur und Nervenendigung, in: R. Wagner's Handwörterbuch der Phys. III. Bd. 1. Abth. pag. 364, 365, 366, 1846, Fig. 28, 29.

[28]) Harless, in R. Wagner's Handwörterbuch, IV. Bd. „Hören."

[29]) Helmholtz, de fabrica systematis nervosi. Berlin, 1842.

[30]) Dass die aus einer Nervenzelle entspringenden Nervenfasern von der Zellenmembran und nicht vom Zellenkern entspringen — behauptete Hannover (1844, recherches, p. 11); er wollte damit aber vielmehr andeuten, dass er auch bei den Hirnzellen, die nur freie Kerne zu sein scheinen, dennoch eine Hülle annimmt, und dass deren Faserursprünge nicht als vom Kerne ausgehend betrachtet werden könnten.

[31]) Bidder, 1847. l. c. p. 17 u. a. O.

p. 25, „wird von der Röhre in ihrem Innern beherbergt", p. 31, 37, „die einfach dunklen parallelen Contouren einer Nervenfaser entfernen sich plötzlich von einander, um jederseits nach Beschreibung eines bogenförmigen, einem halben Kreise ähnlichen Weges wieder in die ursprüngliche Lage zu einander zurückzukehren, indem der auf solche Weise umschriebene Hohlraum eine Ganglienkugel aufnimmt", p. 37, die von dem flüssigen Inhalt in der Nervenröhre „vollständig umspült" wird, p. 48. Bidder wurde durch diese Anschauungen zu dem Schluss geführt: „Kein Theil der Ganglienkugel hängt continuirlich mit der Nervenfaser zusammen und kein Theil der letzteren lässt sich von der Ganglienkugel herleiten" [32]), vielmehr sind die Ganglienkugel und die Fortsätze, nach Bidder (p. 24), ganz verschiedene Dinge. Man finde in der Regel „eine deutliche Gränze zwischen beiden, indem das Ansehen des Ganglienkörpers — auch desjenigen mit vermischten Gränzen — und des Nervenmarks doch verschieden sind." Gegen diese Ansicht aber sprechen alle besseren Beobachtungen, welche die Identität des Nervenzellenparenchyms und der Nervenzellen-Fortsätze documentiren.

Bereits gleichzeitig mit Bidder bemerkte auch R. Wagner, dass „die Fortsätze, welche aus der Substanz der Ganglienkörper (des electrischen Hirnlappens von Torpedo) selbst entspringen, ganz aus der gleichen körnigen Masse bestehen, wie die Ganglienkörper selbst" [33]). Auch an einer anderen Stelle seiner Abhandlung sagt Wagner: „Die (von den Nervenzellen) abgehenden Fasern zeigen immer in ihren Anfängen eine ähnliche feinkörnige Substanz, wie der Inhalt der Ganglienzellen [34]). Zuweilen verfolgt man das Mark bis in die Zelle" (p. 373. §. 39). Die Fortsätze der multipolaren Ganglienzellen bildet R. Wagner [35]) auch ab, als aus feinen punktförmigen Massen (granulirt) zusammengesetzt, von gleicher Beschaffenheit, wie die Hauptmasse des Ganglienkörpers, z. B. Tab. I. Fig. 1, Tab. II. Fig. 1, aber nicht doppelt contourirt. Er bildet breite und schmale Fortsätze an einer und derselben Zelle ab, z. B. Tab. I. Fig. 4, Tab. II. Fig. 1, 3, 4. Auch Ch. Robin fand zu gleicher Zeit, dass das Nervenzellen-Parenchym (bei Behandlung mit Alkohol sich zusammenziehend) „häufig durch zwei Fasern mit den beiden Mündungen der Fasern in Verbindung bleibt" [36]). Diese Beobachtungen, an den Nervenzellen von Fischen gemacht, durch welche übrigens die hauptsächlichen Thatsachen, ganz wie sie auch von Bidder gefunden waren, bestätigt wurden, mussten schon Bedenken gegen die Anschauung Bidder's erwecken. Und diese Bedenken sind durch die Forschungen der neueren Zeit zu evidenter Gewissheit gelangt.

Schon Stannius behauptete 1850 [37]), dass der Axencylinder der peripherischen Nerven eine unmittelbare Fortsetzung des Nervenzellen-Parenchyms sei. Diese Beobachtung zeigt mindestens den Zusammenhang des Nervenzellen-Parenchyms mit dem Marke oder dem Inhalt der Nervenfaser, und spricht gegen eine Trennung beider durch eine flüssige Schicht. Dass die Fortsätze der Ganglienkugeln in den Centraltheilen bei Petromyzon „ihrem ganzen Verhalten nach durchaus identisch sind mit dem Axencylinder der peripherischen Nerven und mit den hüllenlosen Fasern, welche in dem Rückenmarke angetroffen werden," sprach Stannius [38]) 1850 gleichfalls aus. Nehmen wir hierzu die von allen Histologen jetzt getheilte Annahme, dass „auch die Fortsätze der (centralen) Nervenzellen sehr elastisch sind, und sich, gleich den Axenfasern, sehr in die Länge ziehen lassen, um nachher sich wieder zu verkürzen," wie Kölliker angiebt [39]), und die weitere, jetzt wohl ebenfalls allgemein gewordene Ansicht über das Gewebe der Nervenzellen-Fortsätze, wie dieses Kölliker in neuester Zeit ausdrückt,

[32]) Bidder, 1847, l. c. p. 18—19. [33]) R. Wagner, Handwörterb. d. Phys. III. 1. p. 377.
[34]) R. Wagner, Handwörterb. d. Phys. III. 1. p. 372. §. 38.
[35]) R. Wagner, Neurol. Unters. 1854. [36]) Robin, l c. 1847., in Froriep's Notiz. l. c. p. 51.
[37]) Stannius, in R. Wagner's Neurol. Unters. 1854, p. 89.
[38]) Stannius, ibid. und in R. Wagner's Neurol. Unters. 1854, p. 88—91.
[39]) Kölliker, Gewebelehre, 1855, p. 291.

wenn er sagt: „die Fortsätze (der grossen vielstrahligen Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks) bestehen offenbar aus denselben Elementen, wie die Zellen selbst, nämlich einer zarten Hülle und einem zähen, elastischen Inhalte, und sind anfänglich [d. h. zunächst der Zelle] fein granulirt oder schwach streifig; im weiteren Verlaufe, der bis auf 0,1—0,24''' verfolgt werden kann, werden sie mehr homogen . . .[40]) — so möchte wohl genügend gezeigt sein, dass die von Bidder behaupteten Verhältnisse in der Natur nicht Statt finden, und zwar weder in den peripherischen, noch in den centralen Ganglienzellen. Bidder ist aber in neuester Zeit von seiner früheren Ansicht, wie es scheint, gänzlich zurückgekommen, indem er annimmt, dass die Nervenzellen-Fortsätze nichts anderes sind als Axencylinder. Speciell in Bezug auf die vorliegende Frage führt aber Bidder (und Kupffer) einen, obwohl nicht ganz entscheidenden, immerhin aber brauchbaren Grund an. Dass die Grundmasse der Nervenzellen mit der Substanz ihrer Fortsätze, resp. der Axencylinder übereinstimme, findet Bidder und Kupffer (p. 32) nämlich auch darin, dass in Chromsäure-Präparaten beide gleich gefärbt erscheinen. Auch Bidder's Schüler stimmen darin überein, dass die Structur der Nervenzellen-Fortsätze wesentlich mit der der Zelle übereinkomme. Die Nervenzellen-Fortsätze beschreibt zwar Metzler (p. 31) im Vogel-Rückenmarke als „specie illa striata (der Zelle) carentes . . lineis distinctis omninoque regularibus circumdati". Metzler wandte aber eine zu schwache Vergrösserung an, bei welcher allerdings das Erwähnte so erscheint. Dagegen äussert wieder Owsjannikow, 1854 (l. c. p. 41), . . . „principalem nervorum substantiam, axis cylindrum dico, ex eadem atque cellulas gangliosas massâ consistere, earumque re vera continuationem esse novimus."

Die histologische Beschaffenheit der Fortsätze der Nervenzellen ist auch, nach Kupffer, bei den Fröschen (l. c. pag. 21) ganz gleich derjenigen der Nervenzelle selbst, „eadem, qua cellula gangliosa ipsa, soliditate atque natura praeditus".

Die Fortsätze der kleinen Zellen in der grauen Substanz des Frosch-Rückenmarks unterscheiden sich, nach Kölliker's neuester Untersuchung[41]), in nichts von denen der ächten grossen Nervenzellen, indem sie, wie diese, fein granulirt und zart sind, und durch Chromsäure starr, geschrumpft und dunkler werden.

Wir sehen also, dass in allen Nervenzellen der Hauptsache nach ein gleiches Verhältniss zu den von ihnen entspringenden Fasern Statt findet; und zwar in einer der folgenden Weisen:

a. Die Nervenfaser hängt durch ein mehr oder weniger verschmälertes Stück derselben mit der Nervenzelle zusammen. Dieses findet sich in centralen Nervenzellen (wie zuerst Kölliker, l. c. 1847, im Frosch-Rückenmark fand), so wie in peripherischen Nervenzellen (Rud. Wagner, Robin u. A.); oder

b. die Nervenfaser tritt in toto, ohne sich verschmälert zu haben, in die Nervenzelle ein (Bidder, R. Wagner, Robin u. v. A.). Hier findet eine Verbindung des Nervenmarks in seiner ganzen Breite mit dem Parenchym der Nervenzelle Statt.

Dieses Verhältniss des Eintritts des Marks der Nervenfaser in toto bis in das Parenchym der Ganglienzelle sah und zeichnet auch Bidder[42]). Er hält solches aber für ein Artefact: „indem die Ganglienkugel selbst . . . an das entgegengesetzte Ende der Erweiterung (Nervenfaser) angedrängt wird, wird ein Theil der letzteren von dem krümeligen Nerveninhalt angefüllt, und — je nach dem Grade der Anfüllung — bald mehr, bald weniger dunkel und undurchsichtig." . . . „Zuweilen gelingt es auch, diesen von einer Seite her aus der Nervenfaser in die erweiterte Stelle eintretenden Nerveninhalt mittelst Druck in die andere Seite der Nervenfaserhöhle hindurchzutreiben." Bidder ist aber

[40]) Kölliker, Mikroskop. Anat. p. 416. [41]) Kölliker, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 1857, Bd. IX.
[42]) Bidder, 1847, l. c. p. 17, Tab. I. Fig. 1. 5; Tab. II. Fig. 8.

hier, befangen von seiner Ansicht über die in der Nervenfasererweiterung „frei schwimmende“ Ganglienkugel, in der Deutung der von ihm gesehenen Dinge nicht streng genug gewesen. Denn wenn es auch zugegeben werden kann, dass man durch Druck, und durch eine in Folge dessen entstandene Zerreissung der zarten Gewebe des Nervenfaser-Marks, das letztere in die Umgebung des Zellenparenchyms, zwischen dieses und seine Hülle hineintreiben kann, was auch Robin sah — (den etwas flüssigeren und dunkleren Inhalt der Faser in die Kugel eintretend und deren Inhalt vor sich her schiebend, beschreibt nemlich Robin [43]): „zuweilen zieht sich die Kugel wieder zusammen und treibt denselben in die Nervenfaser zurück“) — so folgt daraus noch keineswegs, was Bidder daraus schloss. Ich habe in feinen Abschnitten aus dem gehärteten Ganglion Gasseri die doppelt contourirte Nervenfaser in toto in das Ganglienzellen-Parenchym eintreten sehen. Hier ist eine Verschiebung des Nervenmarks unmöglich. Ich muss daher meinen Beobachtungen zufolge die Darstellung des Verhältnisses des Nervenmarks zur Nervenzelle, wie sie z. B. Rud. Wagner [44]) giebt, der Hauptsache nach für naturgetreu halten, obwohl ich die abgerundete Contour des Nervenmarks innerhalb der Nervenzelle in der Nähe ihres unteren Poles nicht für genau halte. Richtiger sind die Zeichnungen Wagner's, wo das Nervenmark abgebrochen, und nicht abgerundet durch eine scharfe Contour begränzt, in der Zelle aufhört.

Die genaueren Verhältnisse des Nervenmarks zum Nervenzellen-Parenchym sind uns aber bis jetzt noch unbekannt, und wenn Manche annehmen, dass der Axencylinder der peripherischen Nerven eine unmittelbare Fortsetzung des Nervenzellen-Parenchyms sei, wie das von Stannius 1850 behauptet wurde [45]), welcher solches an Petromyzon direct beobachtet zu haben glaubt, — so lässt sich diese Behauptung aus den von den betreffenden Forschern gebrauchten schwachen Vergrösserungen erklären.

Das Verhältniss bei dem Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in doppelt contourirte Nervenfasern fand Corti in der Habenula ganglionaris laminae spiralis cochleae [46]). Er sagt davon: „ces appendices (der Zellen) sont excessivement transparents et pâles, et très-semblables à l'axe cylindrique des fibres nerveuses, et ont un contour simple, qui se prolonge dans la surface externe de la cellule nerveuse, dont ils prennent l'origine. Les appendices de ces cellules nerveuses, après avoir atteint une longueur un peu plus considérable que celle des cellules, sont pourvus des doubles contours, c'est-à-dire, ils deviennent des fibres nerveuses ordinaires. Ce changement a lieu de façon, que le contour simple des appendices devient tout-à-coup double, sans qu'on puisse voir, s'il se prolonge dans le contour interne ou dans le contour externe de la fibre nerveuse à doubles contours. Il est donc probable qu'une telle transformation ne dépend pas de ce que les appendices deviennent pourvues d'une membrane ou d'une couche externe (moëlle), mais plutôt qu'elle soit produite par une soudaine modification de leur composition chimique.“ Der hier ausgesprochenen Ansicht Corti's kann ich aber durchaus nicht beistimmen. Corti hatte zu schwache Vergrösserungen. Bei Anwendung der stärkeren und stärksten Vergrösserungen gewinnt man eine andere, weniger exclusive Ansicht, und die Ueberzeugung, dass das Verhältniss nicht so einfach ist. Dass aber Axencylinder und Nervenzellen-Parenchym — im Allgemeinen genommen — zusammenhängen, ein Continuum bilden, das versteht sich von selbst, und die von Bidder aufgestellte Ansicht, dass die Nervenzelle in einer Erweiterung der Nervenfaser „schwimme“, lässt sich bei passender Untersuchungsmethode, diesen und andern Thatsachen gegenüber, durchaus nicht halten. Uebrigens hatte bereits Harting (vor Stannius) durch Behandlung der Theile mit arseniger Säure den Zusammenhang des Axen-

[43]) Robin, l. c. 1847; Froriep's Notizen, l. c. p. 51.
[44]) R. Wagner, 1847, Neue Untersuch. etc. Fol. l. c. Fig. 6, a.
[45]) Stannius, l. c. und in: R. Wagner's Neurolog. Untersuchungen, 1854, p. 89.
[46]) Corti, in: Siebold u. Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool., 1851, III. p. 129.

cylinders und des Inhaltes der Ganglienkugeln deutlich dargestellt, wie auch Kölliker (Mikroskop. Anat. 1850, p. 511) mittheilt und in seiner „Gewelehre", 2. Aufl. p. 336, abbildet [47]).

Mögen diese wenigen Mittheilungen einstweilen genügen, um es wahrscheinlich zu machen, was ich oben zeigen wollte, dass zwischen peripherischen und centralen Nervenzellen auch in der letztbesprochenen Beziehung ein wesentlicher Unterschied nicht Statt findet [48]). Ueber die chemische Beschaffenheit der Nervenzellen wie der Nervenprimitivfasern habe ich absichtlich geschwiegen, weil die bisherigen Untersuchungen noch viel zu wenig genügend sind, um irgend einen bedeutenderen Anspruch auf Geltung zu machen.

[47]) Die Ganglienzellen unterscheidet Lenhossék (p. 8) in: 1) allgemein verbreitete; 2) haufenweise Gruppenkörper, von spindelförmiger Form, ihr Längendurchmesser parallel mit der Axe der Gangliensäulen, resp. des Rückenmarks (p. 9); 3) stellenweise vorkommende, welche zerstreute Gruppen darstellen, rothbraun pigmentirt, kleiner als die sub 2. genannten, sphärisch" seien (in der Medulla oblongata). Diese Angaben sind nicht übereinstimmend mit meinen Untersuchungen. Die haufenweise vorkommenden Nervenzellen sind nichts weniger als allgemein spindelförmig; die in einzelnen Gruppen (sub 3) vorkommenden Nervenzellen sind aber in ihrer Grösse nicht abweichend von den sub 1 und 2 bezeichneten; und die pigmentirten Nervenzellen sind nicht allein nicht kleiner als die sub 1 bezeichneten, sondern sie gehören meist zu den grössten Nervenzellen überhaupt. In der Medulla oblongata kommen die Nervenzellen der verschiedensten Form vor.

[48]) Die auffallenden pigmentirten Nervenzellen bieten auch kein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal. Bei allen jungen Subjecten findet man die Zellen im Locus coeruleus und in der Substantia nigra Sömmerringii ohne Pigment.

DRITTES CAPITEL.

Ueber die accessorischen Bestandtheile des Rückenmarks.

Als diejenigen Bestandtheile des Rückenmarks, welche einen wesentlichen Antheil an seiner Constituirung nehmen, ohne deshalb charakteristische, genuine Elemente desselben zu bilden, müssen bekanntlich betrachtet werden: 1) das Bindegewebe, 2) die Blutgefässe, und 3) die Lymphgefässe. Das folgende Capitel zerfällt daher in drei Abschnitte, welche über die betreffenden Theile die nöthigen Erörterungen zu bringen haben. Da ich indessen über die Lymphgefässe des Rückenmarks durchaus keine eigenen Untersuchungen angestellt habe, so werde ich über diesen Punkt im Folgenden auch nicht reden.

Erster Abschnitt.

Ueber das Bindegewebe des Rückenmarks.

Die Pia mater sendet durch die beiden grossen Längsspalten und die verschiedenen Sulci laterales anteriores et posteriores des Rückenmarks gröbere Fortsätze in das Innere dieses Organs; ausserdem gehen von zahllosen Punkten der Peripherie des Rückenmarks, d. h. von zahllosen Punkten der inneren (imaginären) Fläche der Pia mater, mit welcher sie die weisse Rückenmarks-Substanz berührt, Fortsätze feinerer Art in das Innere des Rückenmarks ein. Macht man von einem in Chromsäure gehärteten Rückenmark, an welchem die Pia mater unversehrt ansitzt, in irgend einer Richtung einen feinen Längsabschnitt, dergestalt, dass man an dem feinen Segment die Pia mater mit dem Rückenmark in Verbindung erhält, und untersucht man einen solchen Abschnitt, der aber höchstens $1/_{100}'''$ dick sein darf, und zur mikroskopischen Untersuchung bei den stärksten Vergrösserungen brauchbar sein muss, bei progressiven Vergrösserungen unter dem Mikroskop, alsdann sieht man bei den schwachen Vergrösserungen (bei 50—300 linear), dass die Pia mater vermittelst einer ganz feinen

faserigen Zwischensubstanz mit den genuinen Längsfasern der weissen Rückenmarks-Substanz in Verbindung steht. Wendet man eine 400—700fache Vergrösserung an, alsdann erkennt man auf das Evidenteste, dass aus der inneren (imaginären) Fläche der Pia mater feine Fasern in das Innere des Rückenmarks eintreten. Die Anfänge dieser Fasern verlaufen innerhalb der Pia mater mehr oder weniger geschlängelt, theils untereinander parallel, theils in den verschiedensten Winkeln unter einander sich kreuzende Netzwerke bildend, deren unmittelbare Fortsetzungen aber senken sich zwischen die genuinen Nervenprimitivfasern des Rückenmarks ein. Jene erstgenannten Fasern der Pia mater erscheinen besonders deutlich auf genügend feinen Längsabschnitten aus dem Rückenmark des Menschen und der Säugethiere, resp. aus der Pia mater; aber auch bei Fischen, Vögeln und Amphibien habe ich oft die schönsten Bilder dieser Fasern gesehen. Diese (Fortsetzungen in das Innere des Rückenmarks) erscheinen namentlich am Rande der betreffenden feinen Abschnitte häufig genug isolirt, und geben alsdann, ohne viele Mühe, Gelegenheit zu einer genauen Untersuchung bei den höchsten brauchbaren Vergrösserungen. Bei 700facher Vergrösserung erscheint eine jede solche Faser der Pia mater beiderseits scharf begränzt durch eine dunkle einfache Contour. Die beiden Seitencontouren einer jeden einzelnen Faser sind an allen Stellen ihres Verlaufs einander parallel. Der Querdurchmesser einer solchen Faser beträgt gewöhnlich $^1/_{1500}$'''. Ihre Farbe ist abwechselnd roth, oder himmelblau (Interferenzfarben), und die Faser selbst kann bis jetzt von einem Elementarröhrchen einer genuinen Primitivnervenfaser mikroskopisch nicht mit absoluter Sicherheit in jedem Falle unterschieden werden.

Dass die einzelnen Fasern zwischen die Primitivnervenfasern des Rückenmarks eintreten, ist zwar leicht wahrzunehmen; ihre Weiterverfolgung ist aber nur in ganz kurzen Strecken möglich, weil sie, ihres gewundenen, geschlängelten Verlaufs wegen, nicht in gleicher Ebene mit der des Schnittes bleiben, sondern von der Schnittebene sehr verschiedene Ebenen durchziehen.

Ueber den Weiterverlauf und die Endigung dieser Bindegewebefasern im Rückenmark kann daher vorläufig nichts mit Bestimmtheit gesagt werden.

Da diese Fasern von den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern sich nur durch ihre überall parallelen Contouren, sonst aber durch nichts unterscheiden, da auch ferner viele Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern an allen Stellen ihres Verlaufs parallele Contouren besitzen, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Fasern der Pia mater in Nervenprimitivfasern übergehen, und einen Theil des sogenannten Nervenmarks sammt Hülle bilden mögen. Doch ist das nur Hypothese.

Die gröberen Fortsätze der Pia mater senden bekanntlich nach rechts und links, resp. nach vorn wie nach hinten, aus zahllosen Punkten Verzweigungen in die weissen Vorder-, Seiten- und Hinterstränge, die sich bifurcatorisch oder in anderer Weise theilen, endlich in die feinsten Fasern auseinanderstrahlen, und ein förmliches Netzwerk anscheinend von zahlreichen Anastomosen bilden. Die Maschen dieses Netzwerks sind verschieden gross, weiter und enger; besonders schön sieht man dieses Netzwerk an Querabschnitten von solchen Chromsäurepräparaten, die mehrere Wochen lang in einer sehr gesättigten (schwach alkalischen) Carminauflösung gelegen haben (s. u. zweiter Theil); in diesen ist alles Bindegewebe in der weissen (wie in der grauen) Substanz intensiv roth gefärbt, eben so die Axencylinder der Nervenprimitivfasern, nicht aber deren Mark sammt Hülle. An diesen Präparaten (feinen Querabschnitten) sieht man bei 50facher Vergrösserung das ganze Bindegewebenetz einer Horizontalebene, resp. in dem einen Querabschnitt, gleichsam roth injicirt, zwischen den verschiedenen Fascikeln der Querdurchschnitts-Flächen der Längsfasern (resp. Schräg- und Querfasern) der weissen Stränge, in sehr hervorstechender Weise ein prächtiges Bild erzeugend. Bei stärkeren Vergrösserungen, welche die Querdurchschnitts-Flächen der einzelnen Nervenprimitivfasern des Rückenmarks, sowie die einzelnen Elemente des Bindegewebes zu erkennen gestatten (mindestens 360 linear), sieht man, wie von den sämmtlichen dicken Fortsätzen der Pia mater (in der vorderen und hinteren Längsspalte, den Sulcis lateralibus, posticis und anticis) nach beiden Seiten, gleich den Aesten eines vielverzweigten

Baumes, feinere und gröbere Ramificationen, oft dicke Aeste nach grober Bifurcation, zwischen die Fasern der verschiedenen weissen Stränge einstrahlen, sich hierin vielfach verästeln, die Nervenprimitivfasern in kleineren und grösseren Gruppen umgeben, und in einer noch unbekannten Weise endigen. Die kleineren Gruppen von Nervenprimitivfasern, die von einer durch Bindegewebe gebildeten Masche umschlossen werden, enthalten 2, 3, 7—20 Nervenprimitivfasern; die grösseren enthalten 30—100 und mehr einzelne dicht an einander gelagerte Nervenprimitivfasern, zwischen welchen letzteren keine weitere Spur von Bindegewebe sichtbar ist.

Die Fortsätze der Pia mater treten aus der weissen Substanz in die graue ein, besonders deutlich an dem Grunde beider Längsspalten. Dass einzelne dickere und feinere Fortsätze derselben nach hinten, resp. vorn, bis nahe zum Centralcanal sich erstrecken, noch häufiger feinste Fasern in zahlloser Menge aus dem, gleichsam kolbig angeschwollenen, Ende des dicken Pia-mater-Fortsatzes auf dem Grunde der Fissura anterior nach hinten und nach beiden Seiten büschelförmig ausstrahlen, dass endlich einzelne Fasern derselben mit den Epithelialzellen des Centralcanals zusammenhängen — ist bereits oben mitgetheilt worden. Dass auch auf dem Grunde der vorderen (wie der hinteren) Längsspalte die Bindegewebe-Fasern in vielen Provinzen des Rückenmarks vielfache Kreuzungen, oft schöne Fasernetze bilden, ist gleichfalls an guten Querabschnitten leicht zu beobachten.

Die Fortsätze der Pia mater bilden daher im Rückenmark ein Netzwerk von ungemein zahlreichen Fasern, sowohl in der weissen, wie in der grauen Substanz. Und während sie wahrscheinlich in der weissen Substanz mit den Nervenprimitivfasern in Verbindung stehen, gehen sie wahrscheinlich auch in der grauen Substanz ebenfalls Verbindungen nicht blos mit Nervenprimitivfasern, sondern auch mit den Nervenzellen und den Nervenzellen-Fortsätzen ein.

Welcher Art diese Verbindung ist, darüber lässt sich jetzt ebenfalls noch nichts mit Gewissheit sagen. Ich vermuthe nur, dass — so paradox dies auch klingt — die feinsten Ausbreitungen der Pia mater in Nervenprimitivfasern wie in Nervenzellen eintreten, d. h. mit den Elementarröhrchen derselben in irgend einer Communication stehen.

Ob die Fasern der Pia mater Röhren oder solide Cylinder sind, wage ich nicht zu entscheiden. Ich neige mich aber der Ansicht zu, dass diese Fasern hohl seien, und ein Röhrensystem bilden, in welchem ein Fluidum bewegt wird. Diese Ansicht gründe ich auf die Thatsache, dass alle Fasern der Pia mater die Fortsetzungen der Epithelialzellen sind, welche die äussere Fläche derselben bedecken, und dass die Ausläufer von Zellen überhaupt, nach Allem, was wir bis jetzt über Zellen und Zellenausläufer wissen, einen canaliculären Bau besitzen, um nicht zu sagen: hohl sind, was nur in gewisser Beziehung als wahr betrachtet werden könnte *).

*) Dieser, in den Augen der heutigen Histologen häretisch klingende, Ausspruch, dass die Pia-mater-Fasern nichts anderes seien als Fortsätze der sie bedeckenden Epithelialzellen, bedarf meiner Seits einer besonderen Rechtfertigung und Begründung, welche ich um so lieber versuche, als ich dadurch einen kleinen Anstoss zu geben hoffe, um die Betrachtung und Würdigung der Epithelien überhaupt der Wahrheit näher zu führen.

Zur genaueren Begründung dieser Verhältnisse scheint es mir unumgänglich, die häutigen Hüllen des Rückenmarks überhaupt hier in speciellere Betrachtung zu ziehen, obwohl solches zu meinem eigentlichen Thema nicht gehört. Ich werde deshalb zuerst von der Dura mater, dann von der Arachnoidea, hiernach von der Pia mater reden.

1) Die Dura mater. Die äussere Fläche der Dura mater des Rückenmarks ist bekanntlich mittelst einer zahllosen Menge von membranartigen und filamentösen Fortsätzen versehen, welche eine Verbindung mit der sehnigen Auskleidung des Wirbelcanals bewirken, resp. mit dem an vielen Stellen fetthaltigen Bindegewebe, welches zwischen der fibrösen Auskleidung des Wirbelcanals und der Dura mater befindlich ist, und das namentlich an der vorderen Fläche des Wirbelcanals innerhalb der oberen Halswirbel bei'm Menschen eine auffallend dichte, zähe Beschaffenheit hat, so dass die Dura mater hier fester mit den Wirbelknochen verbunden ist, als an anderen Stellen des Wirbelcanals.

Aber nicht an allen Stellen ihrer äusseren Oberfläche ist die Dura mater mit solchen, von ihr

Dass zwischen den Fasern der Pia mater und den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen nur Contiguität Statt finde, mit Ausschluss aller Continuität, ist — obwohl gewisser-

auslaufenden Zellgewebswänden und Fäden versehen; an vielen und vielleicht den meisten Stellen ist sie glatt, und ihre äussere Oberfläche ist hier mit einem Epithelium versehen, ganz von der Beschaffenheit, wie an ihrer inneren Fläche.

Von der Anwesenheit dieser zahllosen Membranen und Fäden kann man sich leicht überzeugen, wenn man ein, aus drei oder vier Wirbeln bestehendes, Stück der Wirbelsäule vom Menschen, Kalb etc. sammt dem Rückenmarke ausschneidet, der Länge nach theilt, so dass die Dura mater jedoch ganz unversehrt belassen wird, und der Wirbelcanal nur von der Seite eben geöffnet ist, hiernach einen geringen Theil oder einen ganzen Wirbelkörper wegbricht, so dass man eine etwas freiere Einsicht in den Wirbelcanal erlangt, und nun vorsichtig die Dura mater von ihrer Umgebung abhebt. Sieht man dann in den Wirbelcanal hinein, so erblickt man mit unzweideutiger Evidenz die erwähnten zahlreichen, höchst zarten und durchsichtigen Wände, gleich glashellen Membranen, so wie die zahllosen fadenartigen Ausläufer, welche von der äusseren Fläche der Dura gegen die verschiedensten Punkte der (inneren) Oberfläche des Wirbelcanals hingehen, häufig genug durchsetzt von feineren oder grösseren Blutgefässen. Zwischen den erwähnten membranösen Fortsätzen gewahrt man aber die glatten, mit solchen Fortsätzen nicht versehenen Stellen der Dura mater.

Die Anwesenheit der Epithelien an der äusseren Oberfläche der Dura mater überhaupt kann man aber ganz leicht an Flächenschnitten von Chromsäurepräparaten constatiren.

So wie an der äusseren, eben so (nur an zahlreicheren Stellen) findet man die Epithelien an der inneren Fläche der Dura mater. Dieselben erscheinen *) vollkommen deutlich auf feinen Flächenschnitten von der innern (wie der äussern) Oberfläche der Dura mater. Hier sieht man, dass dieselben eine unregelmässige polyedrische Form haben, und man gewahrt oft genug deutliche Fortsätze der Zellenkörper der einzelnen Epithelialzellen, welche Fortsätze die Bindegewebsfasern der Dura mater bilden.

Auch von den Kernen der Epithelialzellen sieht man häufig genug Fortsätze (von $^{1}/_{1500}'''$ Dicke meistens) nach verschiedenen Richtungen ausgehen.

Die Dimensionen der von der Fläche aus gesehenen (also in ihrer grössten Circumferenz sich darbietenden) Epithelialzellen auf der äusseren wie auf der inneren Fläche der Dura mater betragen bei'm Menschen und bei Säugethieren $^{1}/_{72}$—$^{1}/_{60}'''$; die meist ovalen Nuclei sind $^{1}/_{300}'''$ höchstens $^{1}/_{180}'''$ lang, und $^{1}/_{500}$—$^{1}/_{375}'''$ breit. Die Nucleoli haben einen Durchmesser von $^{1}/_{1500}'''$ bis höchstens $^{1}/_{750}'''$.

Das eigentliche Gewebe der Dura mater besteht aus einem unentwirrbaren Filzwerke von Fasern und Faserbündeln, die eine verschiedene Dicke zeigen, die aber alle aus den feinsten Bindegewebsfasern von $^{1}/_{1500}'''$ und feiner, bis zur Unmessbarkeit, zusammengesetzt sind. Je nachdem eine grössere oder geringere Anzahl der elementaren oder feinsten Fasern (Ausläufer der Epithelialzellen) zur Bildung eines Bündels zusammentreten, um so dicker (bis zu $^{1}/_{300}'''$) erscheinen die Bündel, die sich häufig spalten, theilen, und in feinere Bündel und Fasern auflösen.

Das Ligamentum denticulatum besteht aus eben solchen Fasern, wie die Dura mater, d. h. aus Bindegewebsfasern, welche bald in dickeren und dünneren Bündeln von geschlängeltem Laufe, einander parallel, bald sich kreuzend etc. erscheinen. Bündel von $^{1}/_{300}'''$ Durchmesser sind sehr häufig darin. Das Ligamentum denticulatum ist eben so wie die Dura mater mit einer Epithelialschicht **) bedeckt. Die Kerne der einzelnen Epithelialzellen messen in der Regel $^{1}/_{300}'''$, die Nucleoli $^{1}/_{1500}$—$^{1}/_{750}'''$ im Durchmesser (bei'm Menschen).

2) Die Arachnoidea des Rückenmarks ist nicht als eine einfache, das ganze Rückenmark als solche einhüllende, Membran zu betrachten; sie bildet vielmehr verschiedene Lagen und Wände zwischen der Dura mater ***) und Pia mater, Wände der dünnsten und feinsten Art, die die genannten

*) Was Luschka (Structur der serösen Häute des Menschen, Tübingen 1851, p. 64, 65; Adergeflechte des menschlichen Gehirns, 1855, p. 60) als das parietale Blatt der Arachnoidea cerebralis et spinalis bezeichnet, kann ich, nach meinen Erfahrungen, nur als die Verbindungswände und Verbindungsfäden betrachten, welche von der Arachnoidea zur Dura mater (oder umgekehrt) hingehen Ein völliger Ueberzug der inneren freien Fläche der Dura mater durch ein sogenanntes Parietalblatt der Arachnoidea kann ich nicht statuiren. Luschka selbst sagt (l. c. 1855, p. 60) dass „an manchen Stellen keine Spur desselben (Parietalblatts) zu finden sei.“ Was Luschka (ibid.) als ein „gleich dem feinsten Exsudatanflug“ abstreifbares Häutchen betrachtet, ist wohl nur als die oberflächlichste Epithelialschicht der Dura mater zu bezeichnen. Luschka (Seröse Häute, 1851, p. 66) giebt an, dass die innere Fläche des Parietalblatts der Arachnoidea eine Epithelialbildung, die äussere (der Dura mater zugekehrte) ein Faserstratum eigenthümlicher Bildung ist. Das Epithelium sah Luschka nicht immer in einfacher Lage, sondern oft die „Plättchen zu mehreren übereinander geschoben.“ Auch fand Luschka (p. 67) dass „sie stellenweise eines Epithels gänzlich entbehrt.“ In Betreff des Rückenmarks kann ich nur behaupten, dass dasjenige, was hier von Luschka als die Epithelien des Parietalblatts der Arachnoidea bezeichnet wird, der Dura mater angehört. Dass aber nicht alle Stellen der inneren Fläche der Dura mater mit Epithel besetzt gefunden werden, stimmt auch mit meinen Erfahrungen überein. Das Epithel der inneren freien Fläche der Dura mater beschreibt auch Kölliker (Mikr. Anat. 1850, p. 489) als „polygonale, platte, kernhaltige Zellen auf der innersten Lage der harten Haut.“

**) Das Ligamentum denticulatum soll nach Kölliker (Mikr. An. II. 1850, p. 489) kein Epithel besitzen, was nach meinen Erfahrungen allerdings vorhanden ist.

***) Die Verbindung der Dura mater mit der Arachnoidea durch zahlreiche „derbe Streifen“ oder „zartere Fäserchen“ beschreibt auch Kölliker (Mikr. Anat. 1850. p. 489); die Ansichten Luschka's in Bezug hierauf sind bereits im Vorstehenden mitgetheilt.

maassen ein Dogma der heutigen Histologie und Physiologie — mir in hohem Grade unwahrscheinlich Indessen enthalte ich mich vorsätzlich jeder weiteren Erörterung, weil ein nur halbwegs genügendes Material zur Begründung meiner Ansicht fehlt.

Häute an vielen Stellen mit einander verbinden, zusammengesetzt aus Bindegewebefasern, und nach der Dura mater hin *), sowie nach dem Rückenmark hin, bedeckt an zahllosen Stellen mit Epithelien. Die Arachnoidea ist also überall, wo sie zwei freie Flächen hat, auf beiden Seiten mit Epithel bedeckt **). Die einzelnen Epithelialzellen (Pflasterepithel) messen in der Regel $^{1}/_{150}'''$, die Nuclei $^{1}/_{300}$—$^{1}/_{180}'''$ in der Länge, wenn sie oval sind, dabei $^{1}/_{500}$ — $^{4}/_{1500}'''$ in der Breite. Die Nucleoli $^{1}/_{1500}$ — $^{1}/_{750}'''$. Die Fortsätze sind nur schwer und meist nicht deutlich genug an den einzelnen Zellen zu erkennen (bei'm Menschen), wegen deren Feinheit und Zartheit; hier und da erkennt man solche von $^{1}/_{1500}$—$^{1}/_{750}'''$ Dicke als Ausläufer einer Zelle.

Die Faserbündel der Arachnoidea sind von verschiedener Dicke, oft bis zu $^{1}/_{300}'''$ und mehr. Sie spalten sich häufig in dünnere Bündel, die alle aus den feinsten Elementen des Bindegewebes, von $^{1}/_{1500}'''$ meist, nicht selten unmessbar fein, zusammengesetzt sind, und als die Fortsetzungen der Epithelialzellen-Ausläufer angesehen werden müssen. Dass die verschiedenen Faserbündel in der Arachnoidea ein mannichfaltiges Filz- und Netzwerk unter einander bilden, an vielen Stellen auch theilweise parallel unter einander verlaufen, ist bekannt ***).

3) Die Pia mater des Rückenmarks ist auf die mannichfaltigste Weise mit der Arachnoidea durch das sogenannte subarachnoideale Bindegewebe verbunden †), in der nämlichen Art, jedoch noch durch zahlreichere Filamente, wie die Arachnoidea mit der Dura mater in Verbindung steht ††). An allen den Stellen der Pia mater, von welchen keine Filamente zur Arachnoidea hingehen, — und diese Stellen sind zahlreich — findet sich eine (Pflaster-) Epithelialschicht der Pia mater †††). Ihr Epithel ist äusserst zart. Die einzelnen Zellen haben = $^{1}/_{60}'''$—$^{1}/_{75}'''$ im Durchmesser, die Nuclei sind meist oval, von $^{1}/_{150}'''$ L., $^{1}/_{300}'''$ Br.; Nucleoli messen $^{1}/_{750}'''$—$^{1}/_{1500}'''$ [a]). Die Elemente der einzelnen Epithelzellenkörper sind mit unseren heutigen Hülfsmitteln noch nicht genügend zu erkennen. Nicht selten sieht man ein dickes Bindegewebsbündel als Fortsatz einer Gruppe von Epithelialzellen. Die einzelnen Aus-

*) Dass die Arachnoidea ein „dem der Dura ganz gleiches" Epithelium auf ihrer äusseren Fläche habe, sagt Kölliker (Mikr. Anat. 1850, p. 489); die innere Fläche sei „glatt, ohne Epithel."

**) Dass das sog. Visceralblatt der Arachnoidea spinalis an beiden Flächen (also nicht blos an der der Dura mater zugekehrten, „sondern auch an der inneren der Pia mater zugekehrten Fläche" mit Epithel besetzt ist, hatte bereits Luschka (Seröse Häute, 1851, p. 67, Adergeflechte, 1855, p. 59. 68) wahrgenommen. Luschka nimmt zwei Epithelschichten der äusseren Fläche der Arachnoidea an, „von denen die obere von der jüngeren unteren verschieden ist (p. 67). Die erstere wird durch eine nicht continuirliche Lage polygonaler, meist kernloser Plättchen gebildet, welche dem Aetzkali längere Zeit widerstehen, während die zweite Schicht aus meist ovalen granulirten Körpern besteht, von 0,008 - 0,012 Millm. Länge, die durch eine feinkörnige Molekularmasse zusammengehalten werden. Aetzkali löst sie in wenigen Secunden auf." Ich will dieses letztbezeichnete Verhältniss nicht in Abrede stellen; es ist mir aber nicht aufgefallen. Dass ich aber in der Hauptsache mit den Ansichten des genannten sorgfältigen Forschers übereinstimme — geht aus dem Gesagten hervor.

***) Ausser den Bindegewebsfibrillen nimmt Luschka (seröse Häute, 1851, p. 68; Adergeflechte, 1855, p. 58, 67) auch „den elastischen ähnliche Fasern" von 0,004—0,008 Millm. Durchmesser, homogen, platt, isolirt, von lebhaft bläulichem Schimmer, „vielfach gebogen verlaufend," als Elemente der Arachnoidea an. Ausserdem findet er darin Henle's Spiralfasern, bei der Einwirkung von Essigsäure. Ich gehe an diesem Orte mit Absicht nicht auf die Besprechung der Spiralfasern und elastischen Fasern ein, da ich solche demnächst bei andrer Gelegenheit ausführlich abhandeln werde. An Chromsäurepräparaten sieht man niemals solche Fasern. Die Bindegewebsfibrillen bilden aber oft verschieden dicke Bündel, die nicht selten als einfache Elemente erscheinen, obwohl sie aus vielen Fasern zusammengesetzt sind.

†) Dass zwischen Arachnoidea und Pia mater sehr viele Verbindungsfäden bestehen, sagt Luschka (seröse Häute, 1851, p. 70, und in der Schrift üb. d. Adergefl. des menschl. Gehirns, 1855, p. 57); „eine dünne Lamelle .. entlang der ganzen hinteren Mittelfurche des Rückenmarks, eine Art Mediastinum .. mehrfach durchlöchert, oder ganz unterbrochen und durch kleinere Blättchen vertreten"; .. „die verbreitetsten Verbindungsmittel aber sind .. sehr feine, bald einfache .. bald mannichfach .. verbundene Fädchen, .. reichlicher am Halstheile des Rückenmarks, als die directen histiologischen Verbindungsmittel zwischen entsprechenden Gewebselementen der Arachnoidea und Pia mater."

Dass „das Visceralblatt der Arachnoidea spinalis zahlreiche nach aussen hin verlaufende, scheidenartige Fortsätze" bildet, z. B. zu den Nervenwurzeln, sagt Luschka (Adergeflechte, 1855, p. 58) ebenfalls.

††) Die genannten Häute — mit Ausschluss der Dura mater — bilden nichts weniger als einfache für sich abgeschlossene Häute, wie oben bereits bemerkt; sie stellen vielmehr ein System von vielen grösseren und kleineren communicirenden Maschen- und Hohlräumen dar, in denen die Cerebrospinalflüssigkeit enthalten ist, wie das in Luschka's trefflicher Schrift, die Adergeflechte des menschlichen Gehirns, 1855, im Ganzen übereinstimmend auch mit meinen Erfahrungen, beschrieben worden.

†††) Ich muss hier der wohl allgemeinen Annahme der heutigen Histologen widersprechen, dass die Pia mater auf ihrer äusseren (der Arachnoidea zugewandten) Fläche kein Epithel besitze. Wenn man feine Flächenabschnitte der Pia mater mikroskopisch untersucht, so ist es nicht schwer, das Epithel unverkennbar nachzuweisen. Nur ist solches nicht an allen Stellen ohne Ausnahme zu finden, weil die Pia mater an gar vielen Stellen eine freie Oberfläche nicht besitzt, sondern mit den Fortsetzungen der Arachnoidea zusammenhängt.

Nur Luschka macht eine Ausnahme von den übrigen Forschern, indem er fand, dass die „auf beiden Flächen der Arachnoidea bestehende Epithelialbildung .. sich von der inneren Fläche (jener) noch überdies auf die Gefässhaut des ganzen Rückenmarks erstreckt" (Luschka, Adergeflechte, 1855, p. 59), was im Ganzen also übereinstimmend mit meinen Beobachtungen ist.

[a]) Die Blutkörperchen täuschen oft bei allen Rückenmarkshäuten durch ihre Masse, und scheinen Epithelien zu sein — doch messen sie bei'm Menschen stets $^{1}/_{300}'''$, haben auffallend scharfe Contouren, sind in der Regel kreisrund, und man schützt sich leicht durch Vergleiche problematischer Zellen mit evident in Blutgefässen enthaltenen Blutkörpern.

Die vorstehenden Mittheilungen gelten zwar hauptsächlich vom Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Indessen finden sich wesentlich die nämlichen Verhältnisse in dem Rückenmark der sämmtlichen übrigen Thierklassen. Schöne Objecte liefert insbesondere die Pia mater bei Petro-

läufer der letzteren sind aber dabei meist nicht nachweisbar *). In der Pia mater selbst sieht man auf Flächenabschnitten verschieden dicke Faserbündel, von $^{1}/_{750}'''$, $^{1}/_{500}'''$, $^{1}/_{300}'''$ und dicker, welche alle aus den feinsten Fibrillen von $^{1}/_{1500}'''$ resp. noch feineren zusammengesetzt sind. Von den Nerven und Blutgefässen der Rückenmarks-Häute rede ich mit Absicht nicht, weil solches zu meinem vorliegenden Zwecke nicht erforderlich ist.

* *
*

Fragen wir, nach dem Vorausgegangenen, nach der Bedeutung der Epithelien, im Rückenmark wie anderwärts, so muss ich, nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen, eine, von der heutigen Anschauung sehr abweichende Ansicht aufstellen. Die Epithelien bilden nicht etwa einen indifferenten Ueberzug der von ihnen bekleideten Organe, sondern sie haben eine Bedeutung, die weit über die Rolle hinausgeht, welche die heutige Histologie und Physiologie ihnen zuerkannt hat.

Nach den Resultaten meiner Untersuchungen setzen die Epithelien der verschiedenen Rückenmarkshäute, resp. deren Fortsätze — wie im Vorausgehenden bereits mitgetheilt worden — die Dura mater, Arachnoidea und Pia mater zusammen, d. h. die einzelnen Epithelialzellen, welche man in zahlloser Menge auf beiden Flächen der Dura mater und auf der äusseren (der Dura zugewandten), wie auf der inneren (der Pia mater zugewandten) Fläche der Arachnoidea, so wie auf der äusseren Fläche der Pia mater selbst findet, haben feine Ausläufer, von $^{1}/_{750}'''$ — $^{1}/_{1500}'''$ und feiner, welche in den fibrösen Häuten, zu mehreren verbunden, dickere Bindegewebsfasern bilden, oder, mehr vereinzelt, die feinsten Elemente dieser Theile, des subarachnoidalen Bindegewebes, der Pia mater u. s. w. constituiren. Ich behaupte, dass alle Bindegewebsfasern in der Umgebung des Rückenmarks nichts anderes sind als die Ausläufer der Epithelialzellen.

Die Ausläufer der Epithelialzellen sind erst in der neuesten Zeit einer genaueren Aufmerksamkeit gewürdigt worden. Ich habe zuerst gezeigt, dass die Ausläufer derjenigen Zellen, welche den Centralcanal des Rückenmarks auskleiden, in Nervenprimitivfasern wie in die Fortsätze der Pia mater übergehen. Eckhard (s. o. p. 24) hat von den Epithelien der Riechschleimhaut Aehnliches gesehen. Luschka, Hannover, Ecker, Schultze, Gerlach u. A. haben gleichfalls die Fortsätze verschiedener Epithelialzellen gesehen. Billroth (Müller's Archiv, 1858, Heft 2) sah von den Epithelien der Froschzunge u. s. w. (s. u.) Fasern in die Muskeln der Zunge übergehen.

Ich habe diese Ausläufer an allen Epithelien des Thierkörpers gefunden, und ich zweifle nicht daran, dass die Epithelialzellen in Bezug auf ihr Verhalten zu den faserigen Elementen, mit denen sie in den betreffenden Geweben gleichzeitig angetroffen werden, ein gleiches Schicksal wie die Nervenzellen und Nervenprimitivfasern theilen, d. h. dass die resp. Fasern in nicht gar zu ferner Zeit eben so als die unmittelbaren Fortsätze der Epithelialzellen anerkannt werden dürften, wie heute die centralen und peripherischen Nervenprimitivfasern als unmittelbare Fortsätze der Nervenzellen anerkannt sind, nachdem sie lange Zeit nur als in Contiguität mit den Nervenzellen stehend betrachtet worden waren. Recht schön lassen sich solche z. B. an der Cornea an Chromsäurepräparaten darstellen. In mehreren Lagen haufenweis übereinander geschichtet liegen die Epithelialzellen der Cornea; ihre Ausläufer gehen zum Theil senkrecht in die vordersten Lamellen der Cornea ein, wenden sich hier in den verschiedensten Richtungen, bilden ein Netzwerk feiner Fasern und hängen sicherlich mit den feinsten Fasern der Cornea innig zusammen, d. h. nehmen einen wesentlichen Antheil am Aufbau der Cornea. Ob sie als Nervenenden zu betrachten sind, oder nicht, lasse ich einstweilen dahin gestellt **).

Die zahllosen Epithelien der serösen Häute der Brust- und Bauchhöhle, die der Schleimhäute, die der Cutis haben alle Fortsätze, welche Fasern bilden, und wahrscheinlich auf weite Entfernungen hin sich erstrecken, dergestalt, dass es mir höchst wahrscheinlich ist, dass alles Bindegewebe des Körpers zwischen den Muskeln des Rumpfs und der Extremitäten einestheils mit den Epithelialzellen der Cutis, anderntheils mit denen der Brust- und Bauch-

*) Die Epithelialzellen der Pia mater bei Petromyzon bieten oft sehr schöne Objecte zum Studium der hier beregten Verhältnisse. Dieselben haben einen Durchmesser von $^{8}/_{300}''' = ^{1}/_{37}''' = 0{,}026'''$, ihre Nuclei messen $^{1}/_{300}$—$^{1}/_{150}'''$, die Nucleoli $^{1}/_{1500}$—$^{1}/_{750}'''$. Die Fortsätze sind unmessbar fein, oft bis $^{1}/_{1500}'''$. Das ganze Parenchym erscheint aus einer scheinbar granulirten, überaus feinfaserigen Masse bestehend.

**) Auf der Cornea des Ochsen besteht die Epithelialschicht aus einer $^{1}/_{15}'''$ dicken Lage von Zellen; der Durchmesser der einzelnen Zellen wechselt von $^{1}/_{100}$—$^{1}/_{75}'''$, derjenige der Nuclei zeigt $^{1}/_{300}'''$ in der Regel, der Nucleolus, oft nicht deutlich in dem granulirten dunklen Parenchym erscheinend, zeigt $^{1}/_{1500}'''$ Durchmesser. Alle diese Zellen haben schmale Ausläufer von $^{1}/_{1500}$—$^{1}/_{750}'''$ Dicke, welche theils benachbarte Zellen unter einander verbinden, theils in die Fasern der Cornea eintreten, und hier ein Flechtwerk nächst der Oberfläche bilden, das aber nicht genauer zu verfolgen ist. Wie auf der Cutis, so sind auch auf der Cornea die Epithelialzellen abgeflacht, scheibenartig, membranartig in den oberflächlichen Lagen (und hier am grössten); dagegen keulenförmig oder cylindrisch in den tieferen Schichten der Cornea, und hier von den kleinsten Durchmessern.

myzon. Auch sie besteht aus Längs- und Querfasern, die sich meist in rechten Winkeln kreuzen. Die Querfasern laufen gewöhnlich etwas geschlängelt, und erscheinen daher immer nur in kurzen Strecken in Continuität; sie sind $^1/_{1500}'''$ breit. Die Längsfasern laufen mehr in Fascikeln, nicht ganz

höhle etc. zusammenhängt, d. h. von diesen Epithelien entspringt, und ein System von Röhren bildet, welches die fernsten Theile des Körpers mit einander in Verbindung setzt, ähnlich den Blut- und Lymphgefässen.

Ich habe die Epithelien der verschiedenen Theile des Thierkörpers untersucht, und gedenke in einer speciellen Arbeit die Resultate dieser Untersuchungen niederzulegen; hier will ich nur einige kurze Bemerkungen anfügen, die dem im Vorstehenden Gesagten einstweilen zur Stütze dienen mögen.

a. Die Epithelien der Cutis. Bei'm Menschen findet man auf einem Querschnitt durch die (Dicke der) Haut *), dass das ganze Rete Malpighi aus Zellen besteht, $^1/_{100}'''$ bis $^1/_{75}'''$ lang, $^1/_{150}'''$ bis $^1/_{300}'''$ breit, mit Nucleis von $^1/_{300}'''$ in der Regel, einen Nucleolus von $^1/_{1500}$ — $^1/_{750}'''$ Durchmesser. Die Fortsätze sind $^1/_{1500}'''$ dick, selten dicker, in der Regel unmessbar fein; sie bilden unter einander ein überaus complicirtes Netzwerk. Während in der Tiefe die Zellen mit ihrer Längsaxe mehr senkrecht in der Haut stehen, liegen die oberflächlichen mit ihrem grossen Durchmesser mehr quer, d. h. die obersten Zellen sind abgeplattet, scheibenförmig; die äussersten sind so durchsichtig, dass man ihren Kern nicht mehr deutlich erkennt (Kölliker's Hornplättchen).

Von denjenigen Zellen, welche am meisten von der äusseren Oberfläche der Cutis entfernt sind, sieht man feine Ausläufer in die Tiefe der Cutis eintreten; dieselben haben einen gewundenen Verlauf, und können nur kurze Strecken in Continuität verfolgt werden. Es ist mir höchst wahrscheinlich, dass sie einen wesentlichen Antheil an der Bildung der die Cutis zum guten Theil constituirenden Bindegewebsfasern nehmen. An der menschlichen Cutis ist jedoch der exacte Beweis für meine Ansicht nicht so gut zu führen, als an der Haut des Frosches. Auf einem Querschnitt aus der in Chromsäure gehärteten Cutis des Frosches sieht man das Epithel wunderbar schön angeordnet, wie man denn hier die ganze Hautstructur in prächtiger Weise erkennen kann. Das Epithel, die oberste Lage der Cutis bildend, besteht aus mehreren Reihen oder Schichten von Zellen **); die obersten sind die grössten, mehr scheibenförmig, d. h. in die Breite (Fläche) gebildet, die tieferen mehr kugelförmig. An vielen sieht man feine Ausläufer, welche in die Tiefe der Cutis hinabtreten, durch die Pigmentzellenschicht hindurch in die grossen Hautdrüsen, resp. zwischen diesen hindurch in die geschlängelten Fasern übergehen, welche die Cutis in deren tiefsten Schichten constituiren.

Es ist schwer, jeden einzelnen Ausläufer der Epithelialzellen zu verfolgen. Aber die Ausläufer sind im Ganzen hier leicht constatirt; und somit ist auch für die Haut des Frosches das allgemeine Gesetz gültig, dass die Epithelialzellen feine Ausläufer haben, welche Antheil an der Bildung des Cutis-Gewebes nehmen. Das Wie? ist noch zu ermitteln.

b. Die Epithelien der Schleimhäute. Eben so wie die Epithelialzellen der Cutis zeigen auch diejenigen aller Schleimhäute feine Ausläufer, welche nicht allein die einzelnen Epithelialzellen unter einander in Verbindung setzen, sondern auch einen wesentlichen Antheil an der Bildung derjenigen faserigen Elemente nehmen, welche die Hauptmasse der Schleimhäute constituiren. Einige wenige Beispiele will ich hier nur anführen. Das Flimmer-Epithel ***) der Luftwege beim Menschen zeigt an den einzelnen Epithelialcylindern feine Fortsätze, mit welchen die einzelnen Zellen theils unter einander in Verbindung stehen, theils in die Tiefe der Schleimhaut eingehen, hier ein unentwirrbares Fasernetzwerk bildend; wohin sich schliesslich die letztgenannten Ausläufer dieser Epithelialcylinder begeben, ist noch unbestimmt; denkt man aber an die zahllosen Zellen, die auf den Falten der Tracheal-Schleimhaut u. s. w. aufsitzen, und deren zahllose Ausläufer, so wird man zugeben, dass die letzteren ein ausgedehntes Fasergewebe bilden müssen.

Die Epithelien †) der Schlundschleimhaut des Menschen etc. geben ebenfalls viel-

*) Um recht feine Querabschnitte von der Haut zu machen, bringe ich das betreffende frische Hautstück entweder zwischen ein der Länge nach halbirtes in Weingeist gehärtetes Rückenmarksstück, und mache dann die Abschnitte gerade so, wie ich vom Rückenmark allein die feinsten Segmente verfertige; oder ich nehme einen ganzen Finger oder Zehen, nach vorgängiger Härtung desselben in Alkohol oder Chromsäure, und fertige von diesem, der sich hinreichend bequem handhaben lässt, mit dem Rasirmesser feine Hautschnitte.

**) Die Dimensionen dieser Zellen verhalten sich wie folgt: man sieht Zellen von $^1/_{150}'''$, selten bis $^1/_{100}'''$ im Durchmesser, die Kerne sind $^1/_{300}'''$ breit, $^1/_{150}'''$ lang, oft nur $^1/_{300}'''$ lang; die Nucleoli haben $^1/_{1500}'''$ im Durchmesser. Die geschlängelten dickeren Bindegewebs-Fasern messen $^1/_{750}'''$, die Ausläufer der einzelnen Zellen sind $^1/_{1500}$—$^1/_{3000}'''$ dick und meist unmessbar fein, hängen untereinander vielfach zusammen, d. h. die Zellen stehen sowohl unter einander durch die feinen Ausläufer in Verbindung, als auch mit den entfernteren Theilen (Unterhautbindegewebe).

***) Die Dimensionen der Flimmerzellen bei einem 4 Monate alten Fötus vom Menschen fand ich schon wie folgt: Länge der Flimmerzellen $^1/_{37}$—$^1/_{42}'''$ (= 0,023—0,026'''); Breite der Flimmerzellen $^1/_{300}'''$ an der breitesten Stelle, dann schmäler; Länge des Kerns $^1/_{250}$—$^8/_{1500}'''$ (= $^1/_{180}'''$); Breite des Kerns $^1/_{300}'''$; Länge der Wimpern $^1/_{300}'''$; Breite der Wimpern $^1/_{1500}'''$, selten mehr; Länge der Fortsätze bis zu $^1/_{150}'''$ verfolgt; Breite der Fortsätze $^1/_{1500}'''$; Nucleolus $^1/_{1500}'''$.

†) Die Dimensionen der Epithelialzellen der Schleimhaut des Schlundes fand ich schon bei einem 4 Monate alten Fötus, wie folgt: Die Zellen hatten einen Durchmesser von $^1/_{150}$—$^1/_{100}'''$ in der Regel; der Kern hatte einen Durchmesser von $^1/_{300}'''$ in der Regel; der Nucleolus maass $^1/_{1500}'''$; die Fortsätze $^1/_{1500}'''$.

parallel, sondern in schräger Richtung gegen einander, Plexus bildend, $^{1}/_{1500}{'''}$ bis $^{1}/_{750}{'''}$ breit. Die hinteren Nervenwurzeln, welche quer durch die Pia mater durchtreten, und oft in Continuität mit der Pia mater bei dem Abziehen derselben vom Rückenmark erhalten werden, bieten hier ein prächtiges ver-

fache Fortsätze ab, mit denen sie unter einander, wie mit den tieferen Schichten der Schleimhaut in Verbindung stehen.

Die Papillen der Froschzunge sind mit dick geschichteten Epithelien *) bedeckt.

Die ganze Papille besteht der Hauptmasse nach aus den Epithelialzellen und ihren Fortsätzen, nebst einer Gefässschlinge und einem Nerv in ihrem Innern; ob auch in jeder ein Nerv und ein Gefäss ist, und ob die Epithelial-Fortsätze in dem Nerv enden — wie es häufig scheint, — lasse ich vorerst dahingestellt sein. Oft ist auch kein Blutgefäss in den Papillen zu sehen, oft kein Nerv. Den Durchmesser der einzelnen Nervenfasern fand ich $^{1}/_{750}{'''}$—$^{1}/_{500}{'''}$ an der Basis der Papille; die Nervenprimitivfaser scheint sich gegen die Spitze der Papille hin zu verästeln, nach rechts und links, und ihre Ausläufer gehen anscheinend in die Epithelialzellen über, resp. die Fortsätze der Zellen inseriren sich in die Nervenprimitivfasern **).

*) Die einzelnen Zellen messen $^{1}/_{150}{'''}$ circa, die Nuclei $^{1}/_{300}{'''}$, wenn sie rund sind; sind sie oval, etwas mehr in der Länge, nicht ganz $^{1}/_{150}{'''}$ nur $^{7}/_{1500}$—$^{8}/_{1500}{'''}$. Die Nucleoli messen $^{1}/_{1500}$ – $^{1}/_{750}{'''}$ höchstens. Die Fortsätze sind sehr fein, von $^{1}/_{1500}{'''}$ Dicke, und bilden ein unentwirrbares Netzwerk in den Papillen selbst. Die Zellen selbst sind im Ganzen sehr unregelmässig geformt, sehr gedrängt liegend, isolirt schwer erscheinend. Billroth's Abbildungen (Müller's Archiv, 1858, 2. Heft) sind nicht ganz getreu, die Zellen sind nicht so spitz an beiden Enden und spindelförmig, wie Billroth abbildet; dessen Nucleoli sind zu gross gezeichnet; die körnige Masse des Kerns ist von ihm nicht genügend bezeichnet.

**) Billroth (Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, so wie über d. Bau der Cylinder- und Flimmer-Epithelien, und ihr Verhältniss zum Bindegewebe, in: Müller's Archiv, 1858, Heft 2, p. 159 ff.) fand, „dass die Epithelialzellen der Froschzunge gestielt sind und dass diese Zellenausläufer sich in die Papille fortsetzen, und sich unter den feinsten Fibrillen, aus denen letztere zusammengesetzt sind, verlieren. Diese Fibrillen unterscheiden sich nicht von den Bindegewebsfibrillen, aus denen der obere Theil der Zunge zwischen den Muskeln zusammengesetzt ist. Die Bindegewebsfasern wie die Fortsätze der Epithelialzellen schwinden nach Einwirkung von Essigsäure, erhalten sich jedoch in Chromsäure," und Billroth glaubt, „dass die tieferen Epithelialzellen an den Stielen aus den Papillen hervorwachsen, und von hier aus regenerirt werden, wenn die oberen Lagen abgestossen sind." Dennoch hält er die „Zellenstiele nicht für vollständig gleichartig mit den Papillenfäserchen, sondern dadurch wesentlich verschieden, dass letztere als zerfaserte Intercellularsubstanz, also Parenchymfasern, erstere aber als Zellsubstanz, also als Cytoblastemfasern zu betrachten (nach Luschka) seien. Die Zellausläufer sind den Ausläufern der Bindegewebszellen analog, die Papillenfäserchen den Bindegewebefibrillen. Beide Faserarten gelten vorläufig noch als gleichwerthige Bestandtheile." Insbesondere fand Billroth an denjenigen Epithelialzellen der Froschzunge, die auf den Nervenpapillen aufsitzen, folgendes Verhalten: „Die .. breiten doppelt contourirten Nervenfasern steigen bis dicht an die Oberfläche empor, und endigen hier die Nervenprimitivfasern plötzlich stumpfspitz [? habe ich nie gesehen]. Zu beiden Seiten steigen Capillargefässe und Muskeln in der Papille in die Höhe; erstere bilden oben einen Kranz um die Papille [? ich finde Schlingen!], letztere verlieren sich in einer Masse von Kernen auf nicht deutlich wahrnehmbare Weise [?] .. Die auf der breiten Oberfläche dieser Papillen aufsitzenden Zellen haben keine Wimpern [früher behauptete Billroth, dass alle Zellen der Froschzunge Wimpern hätten, gegen Leydig, was er jetzt zurückruft. Ich habe nie mit Entschiedenheit Flimmerzellen an der Froschzunge gesehen], sondern einen eigenthümlichen Bau; nach der freien Oberfläche hin verästelte, leicht geknöpfte Fäden, theils stäbchenartige Körper, theils trichterförmige membranöse Aufsätze [? Kunstproducte durch die Präparation, d. h. Ablösung der oberflächlichen Epithelialzellen; Billroth glaubt solche durch die Chromsäure bedingt]. Nach der Papille zu haben die Zellen einen Fortsatz, der in ein verästeltes, faseriges, wurzelähnliches Gewebe ausgeht, durch welches die Zellen untereinander in Verbindung stehen. Dieses Wurzelgewebe adhärirt wieder eben so innig mit der Papillaroberfläche. Ob die Nervenenden mit diesen Zellen zusammenhängen," konnte Billroth nicht „direct" nachweisen, er findet es aber „wahrscheinlich, wenn sich die Beobachtungen über die Endigung der Geruchsnerven bestätigen sollten." Billroth wagt noch nicht, die genannten Nerven und Zellen als Geschmacksnerven, resp. Zellen zu deuten.

Auch an der menschlichen Zunge fand Billroth (p. 163), wie viele andere Beobachter, dass die tieferen Epitheliallagen „deutliche Stiele besitzen," ferner fand Billroth in der menschlichen Zunge, wie Lachmann und Huxley (British and foreign med. chir. Review. Oct. 1853. XXIV. 312) in der Froschzunge und Oberlippe der Ratte, Theilung der Muskelfasern und Endigung in Bindegewebezellen. Das Nämliche fand Billroth in der Zunge des Wassersalamanders u. s w., so dass Billroth glaubt, dass die Kerne der Muskelfasern „vollständige Analoga der Zellen im Bindegewebe sind .. und dass die Fasern und Zellen, in denen die Muskeln endigen, als kleinste Sehnen anzusprechen" seien.

Den Zusammenhang der Bindegewebszellenausläufer mit den Stielen der Epithelialzellen am Endocardium fand Luschka (Virchow's Archiv. XI. 6. p. 567). Die langen Stiele an den Zellen der Nasen-, Laryngeal- und Tracheal-Schleimhaut, selbst verästelte Fortsätze derselben, ferner an den Darmepithelien von Anodonta, mit oder ohne Varicositäten, bei'm Frosch, Wassersalamander, den Epidermiszellen von Ammocetes (Kölliker, Würzb. Verhandl. VIII. 1. Taf. 3, Fig. 31), die Fortsätze der Epithelialzellen im Centralcanal des Rückenmarks, im Aquaeductus Sylvii (Gerlach), an der Oberfläche des kleinen Gehirns (Bergmann) — können, nach Billroth, wohl nicht anders als „in einem innigen Zusammenhange mit dem darunter liegenden Bindegewebe gedacht werden," p. 166, wenngleich für die genannten Objecte der directe Zusammenhang der Zellausläufer mit Bindegewebefasern noch nicht vollständig nachgewiesen ist.

In der menschlichen Haut fand Billroth an der untersten Schicht des Rete Malpighi an den Zellen „eine so entschieden längliche, oft völlige Spindelform .. dass die Verhältnisse sich sehr analog denen an der Froschzunge verhalten," wie besonders am Nagelbett Virchow (Würzb. Verh. V. p. 84) nachgewiesen hatte, indem er „Fäden, in ziemlich senkrechter Richtung nach unten verlaufend und in dem grossen Netz der .. sternförmigen Elemente sich verlierend" fand. Billroth spricht zwar „die Hauptmasse der feinen Fäserchen der Hautpapillen als Intercellularsubstanz als Parenchymfasern an, als Secret der Zellen oder als modificirte Zellensubstanz" [?!] an, und sagt von ihnen: „Mit diesen Fasern können wir die Zellenausläufer nicht in continuirlichem Zusammenhang denken [warum nicht?], dagegen existiren . . im Bindegewebe . . in geringerer Zahl .. die Ausläufer-Fasern der Bindegewebszellen . . diesen Cytoblastemfasern müssen [?!] die Ausläufer der tiefen Epithelialzellen entsprechen; sie müssen folglich zwischen die Parenchymfasern eingreifen" [?! ohne Continuität?]. Diese (von Meissner zuerst gegebene) Deutung hält Billroth „jetzt für völlig richtig," p. 168. Billroth fand „an jungen

gleichendes Bild der ächten Nervenprimitivfasern und der Pia-mater-Fasern in einem einzigen Blicke dar. Wie bei Fischen, so verhält sich die Pia mater im Ganzen auch bei den Vögeln und den Amphibien (Fröschen), daher es mir überflüssig scheint, noch specieller über diesen Gegenstand bei den letztgenannten Thierklassen zu reden.

c. Die Epithelien der serösen Häute verhalten sich wie die (nicht flimmernden) Epithelien der Schleimhäute, mit dem Unterschiede, dass sie nicht so dick geschichtet sind, meist nur eine einfache Lage von sogenannten Pflaster-Epithelien bilden. Aber alle die Epithelialzellen haben feine Ausläufer, mit denen sie sowohl untereinander zusammenhängen, wie auch mit den Fasern, welche die Hauptmasse der serösen Häute constituiren, mit anderen Worten, auch die Ausläufer der die serösen Häute bedeckenden Epithelialzellen bilden die Fasern dieser Häute.

Das Peritonaeum des Frosches giebt oft sehr schöne Bilder der Bindegewebsfasern und Epithelialzellen seröser Häute. Es besteht aus Fasern, in dünnerer oder dickerer Schicht, bedeckt mit einfach geschichtetem (Pflaster-) Epithel. Die einzelnen Zellen dieses letzteren haben $^1/_{100}'''$ im Allgemeinen im Durchmesser. Die Nuclei sind $^1/_{300}'''$ breit, $^1/_{150}'''$ lang, die Nucleoli haben $^1/_{1500}''' - ^1/_{750}'''$ im Durchmesser. Die Form der Epithelialzelle ist unregelmässig; die des Kerns bald rund, oval, bald unregelmässig.

Auch die Pleura vom Frosch liefert im Ganzen gute Objecte. An Flächen (-Stücken) der Pleura, die mit der Pinzette fein von der ganzen Pleura abgezogen sind, erscheinen die Epithelien der Pleura auf das Allerdeutlichste. Die Nuclei $^1/_{300}'''$ breit und $^7/_{1500}''' - ^8/_{1500}'''$ lang. Nucleoli von $^1/_{1500}'''$. Die Nuclei mit dickeren und feineren Körnchen, granulirt. Der Durchmesser der Zellen selbst, deren Membran nicht überall scharf begrenzt erscheint, $^1/_{150}''' - ^1/_{100}'''$. Die einzelnen Zellen haben Fortsätze, die allerdings isolirt schwer nachzuweisen sind, von $^1/_{750}''' - ^1/_{1500}'''$ Dicke.

Die Epithelien der (inneren glatten Fläche der) Blutgefässe sind in ungemein grosser Anzahl vorhanden; sie bilden eine mehr oder weniger dicke Lage von unregelmässig oder polyedrisch geformten Zellen, die $^1/_{50}''' - ^1/_{37}'''$ in der grössten Länge, $^1/_{150}''' - ^1/_{100}'''$ und etwas mehr breit sind, deren Nucleus $^1/_{150}'''$, selbst mehr und nahezu $^1/_{100}'''$ beträgt, deren Nucleolus $^1/_{750}'''$, selbst $^1/_{500}'''$, bei manchen seltenen $^1/_{300}'''$ im Durchmesser hat. Andere Zellen (Mehrzahl) messen $^1/_{100}'''$ oder nur $^1/_{150}'''$, der Nucleus $^1/_{300}'''$, der Nucleolus $^1/_{500}'''$. In der Aorta des Ochsen finde ich die Dicke der Epithelialschicht $^1/_{15}'''$, selbst etwas dicker an manchen Stellen.

Alle diese Zellen haben Ausläufer von $^1/_{1500}''' - ^1/_{750}'''$ Dicke, mit denen sie sowohl unter einander, wie mit den tieferen Schichten der Gefässhäute in Verbindung stehen. Ob sie in die Muskelfasern der Blutgefässe selbst übergehen, oder wie sie sich in ihrem weiteren Laufe verhalten, darüber genauer an anderem Orte.

Narbenrändern in der Nähe von Wunden oder Ulcerationen .. die tiefsten Zellen des Rete Malpighi mit ein oder mehreren Fortsätzen, so weit sie von dem Bindegewebe losgerissen sind, die Papillen selbst mit blassen, frei endenden Fäserchen besetzt" u. s. w. Billroth schliesst aus Vorstehendem als „höchst wahrscheinlich, dass die Epithelialzellen vom Bindegewebe her nachgebildet werden, und dass sich die tieferen Lagen derselben zu den Parenchymfasern des Bindegewebes, eben so verhalten wie die Bindegewebszellen selbst" (bleibt fraglich; die Hauptsache ist: den Zusammenhang zu constatiren; der Unterschied von Parenchymfasern und Zellfasern muss fallen).

Billroth fand zuweilen „zwei Kerne in einer (Epithelial-) Zelle hinter einander liegend, zwischen beiden eine Verschmälerung des Zellenfortsatzes; in gleicher Weise — fährt Billroth fort, p. 171 — ist der Zusammenhang mit den tiefer im Bindegewebe liegenden Zellen zu denken und durch diese Verschmälerung des Zellenfortsatzes zu verstehen, warum in den meisten Fällen diese Fortsätze so leicht abreissen."

Dass die Fortsätze der Epithelialzellen Röhren seien, die Flüssigkeit aus den Zellen in die damit zusammenhängenden Bindegewebefasern tieferer Schichten leiten, findet Billroth (p. 172) dadurch wahrscheinlich, dass, wie Virchow (Archiv XI. 6. 574) in den Gallenblasenepithelien fand, bei ausgehungerten Fröschen sich Fettkörnchen reihenweise hintereinander finden, vorwiegend aber fand Billroth solche in den Fortsätzen (Fig. 6).

Diese Mittheilungen Billroth's stimmen in den wichtigsten Beziehungen auch mit den Ergebnissen meiner eigenen Untersuchungen überein, d. h. er erkennt die Fortsätze der Epithelialzellen an, die in die tieferen Schichten der Papillen der Froschzunge etc. eindringen. Von der Billroth'schen Theorie der Zellenregeneration sehe ich hier eben so ab, wie von dessen Distinction der Parenchymfasern und Cytoblastemfasern, welche über kurz oder lang in der Geschichte der Histologie den ihr gebührenden Platz unter den hemmenden Vorurtheilen eines guten Theils der heutigen Histologen-Generation einnehmen dürften. Die anderweiten Mittheilungen Billroth's, so wie der von ihm citirten und von mir nicht auch bezeichneten Autoren, stimmen ganz gut mit den von mir erlangten Befunden überein. So ist also für die Epithelien der Schleimhaut der Zunge bei'm Frosch, wie bei'm Menschen u. a. Thiere, so wie von verschiedenen anderen Epithelien der Schleimhäute, Cutis, nachgewiesen, dass sie Fortsätze besitzen, welche mit den tieferen Gewebsschichten in einem unmittelbaren Zusammenhange stehen.

Welches die Gebilde sind, in die sich die Zellenausläufer fortsetzen, das bleibt noch genauer zu ermitteln. Dass solche in Bindegewebefasern übergehen, möchte kaum mehr bezweifelt werden. Dass sie in Muskelfasern übergehen, macht Huxley wahrscheinlich und Billroth scheint dasselbe anzunehmen; dass sie in Nervenprimitivfasern übergehen, d. h. mit ihnen in Continuität treten, habe ich früher behauptet; Eckhard ein Gleiches; auch Billroth neigt sich zu dieser Ansicht hin. Demnach scheinen die Fortsätze von Epithelialzellen in die verschiedensten Gewebstheile übergehen zu können, in Bindegewebe, Muskeln, Nerven. Wie viel hier noch aufzuklären bleibt, liegt auf der Hand. So viel aber scheint jetzt schon klar, dass der von den meisten heutigen Histologen getheilte Grundsatz: dass die Epithelialzellen überall als Bindegewebs-Elemente angesprochen werden müssten — entschieden seiner Stütze beraubt ist. Vielmehr muss die Annahme als zulässig erscheinen, dass, da die Epithelialzellen ihre Ausläufer in die verschiedensten Gewebe eindringen lassen, sie nichts weniger als ausschliessliche Bindegewebs-Elemente sind.

Historisches und Critisches
über das Bindegewebe des Rückenmarks.

Ueber die Rolle, welche das Bindegewebe im Rückenmark spielt, sind die Ansichten meiner Vorgänger in hohem Grade von einander abweichend, und zu verschiedenen Zeiten ist dem genannten Gewebe eine sehr verschiedene Bedeutung gegeben worden. Nachdem Keuffel zuerst im Jahre 1810 das Rückenmark als grösstentheils aus Bindegewebe bestehend dargelegt hatte, legten die nächsten Nachfolger, Rolando (1824), Valentin (1836) u. A. diesem Elemente einen viel geringeren Werth in Betreff der Constituirung des Rückenmarks bei. Arnold (1838) dagegen kehrte wieder ganz zu der Anschauung Keuffel's zurück. Die späteren Beobachter, als deren Repräsentant ich vor Allen Kölliker (1850 — 1857) bezeichne, waren hinwiederum sehr weit davon entfernt, dem Bindegewebe einen so grossen Antheil an der Bildung des Rückenmarks beizulegen, wie solches von Keuffel, Arnold u. A. geschehen war. In der neuesten Zeit endlich ist Bidder, und mit ihm seine Schüler Owsjannikow, Kupffer, Metzler, Blessig u. A. wieder zu der ersten von Keuffel aufgestellten Ansicht nicht blos zurückgekehrt, sondern die genannten Forscher haben dem Bindegewebe eine solche Bedeutung an der Constituirung des Rückenmarks zu vindiciren versucht, wie es früher von keinem Beobachter angenommen worden war, dergestalt, dass nach Bidder (und seinen Schülern) das Bindegewebe den vorwaltenden Bestandtheil des Rückenmarks ausmachen würde, indem alle graue Substanz wesentlich von ihnen nur als Bindegewebe angesehen, und Alles, was in weisser Substanz von den bisherigen Forschern als Nervenmark (grossentheils) und als Hülle bisher betrachtet worden war, gleichfalls zum Bindegewebe gezählt wird, so dass man getrost behaupten darf, dass nach Annahme der Bidder'schen Schule $^5/_6$ des ganzen Rückenmarks nichts Anderes seien als Bindegewebe.

Ich werde nun im Folgenden die Arbeiten der verschiedenen Beobachter genauer erörtern, und versuchen, die dadurch in der Wissenschaft hervorgerufenen Verschiedenheiten resp. Widersprüche in den Ansichten der verschiedenen Beobachter an der Hand meiner eigenen Erfahrungen nach Kräften aufzuklären, resp. mit einander zu vereinigen. Ich werde aber auch in diesem Abschnitte mich nicht auf eine erschöpfende historische Darstellung einlassen, sondern nur die wichtigeren Beobachtungen erörtern.

Der erste hauptsächliche Beobachter, welcher dem Bindegewebe im Rückenmark eine besondere Aufmerksamkeit zuwendete, war Keuffel, 1810 [49]). Keuffel (pag. 163 ff.) legte eine (etwa $^1/_2$ — 1''' dicke) Scheibe frischen Rückenmarks vom Ochsen, Kalb oder Menschen in eine Auflösung von Kali causticum in destillirtem Wasser ($^1/_2$ — 1 Drachme auf 1 Unze), eine Woche lang. Mit einer Scheere oder einem Messer schnitt er dann jene in feine Scheibchen, die er in Wasser legte, welches oft erneuert wurde. Nach einigen Tagen spülte er mit einem Malerpinsel alles Mark ab, „und fand so am Ende ein netzförmiges Gewebe der feinsten Fasern, von welchen die grösseren von der Peripherie zum Centrum strebten!“ Fig. 3 [50]). Dieses netzförmige Gewebe untersuchte nun Keuffel mit grosser Sorgfalt in der weissen wie in der grauen Substanz, und er fand zuerst in Bezug auf die weisse Rückenmarkssubstanz die folgenden Thatsachen [51]): „Von der inneren Oberfläche der Pia mater ent-

[49]) Keuffel, Ueber das Rückenmark, in: Reil's Archiv, Bd. X, 1811, pag. 123 — 202. Uebersetzung seiner Dissertation: De medulla spinali, dissert. inaug. medic., quam pro gradu doctoris Med. et Chir. def. C. G. Th. Keuffel; Halae, 1810.

[50]) Keuffel hatte diese Methode von Villars kennen gelernt. Villars (Prof. in Strassburg) schnitt nämlich noch vor Keuffel (p. 162 und 163) das Rückenmark in kleine Scheiben, wusch solche, nachdem sie mehrere Wochen in reinem Wasser macerirt hatten, mit dem Pinsel aus, und suchte in dieser Weise das Bindegewebsgerüst des Rückenmarks kennen zu lernen. [51]) Keuffel, l. c. p. 139.

springen unter einem rechten Winkel eine zahllose Menge kleiner Fäserchen, die in das Mark, und zwar bis in seinen Mittelpunkt eindringen, und die der Pia mater, wenn sie vom Mark losgetrennt wird, auf dieser Seite ein rauhes und flockiges Ansehen geben, indem sie dann alle abgerissen werden."

Keuffel (l. c. p. 171 u. ff.) glaubte, dass die theils radiäre, theils netzförmige Anastomosen bildende Anordnung der Pia-mater-Fasern „im ganzen Rückenmarke sich vorfinde, und zwar so, dass man die einzelnen Lagen solcher, vom ganzen Umfange gegen die beiden Centra gehenden, Fasern übereinander fast überall ziemlich deutlich unterscheiden kann . . am besten (p. 172), wenn wir eine etwas dickere Scheibe vom Rückenmarke abschneiden und auswaschen, in welcher immer mehrere derselben übereinander liegend durch das Mikroskop unterschieden werden können."

Keuffel hält aber diese Lagen nicht für getrennte, sondern für solche, in denen „die unter einander entspringenden Reihen derselben in Membranen zusammenfliessen . . deren Zwischenräume . . im vollkommnen Zustande das Mark enthalten", und welche man daher, nach Keuffel (p. 173), „als Canäle betrachten kann, die neben einander die ganze Medulla spinalis hindurch fortgehen und das Mark führen. So wird denn . . die Structur des Rückenmarks der der Nerven sehr ähnlich, und wir können den Fibrillen [der Pia mater im Rückenmark] den Namen des Neurilem's nicht unpassend beilegen."

In Bezug auf die in die graue Substanz eintretenden Pia-mater-Fortsätze sagt Keuffel Folgendes: „Gegen jeden der beiden Stränge der grauen Substanz .. geht von der .. weichen Haut .. und von seiner Seite des membranösen Fortsatzes eine unzählbare Menge der feinsten Fibrillen . . . wie Radien eines Cirkels gegen den Mittelpunkt, indem sie auf die mannichfaltigste Weise unter sich anastomosiren, und sich durch zahllose Seitenäste unter einander verbinden. Meist .. walten die von der Peripherie zum Centro strebenden Fibrillen vor .. aber oft sind auch der Anastomosen und der seitlich sich ausbreitenden Aeste so viele und so grosse da, dass die Richtung gegen das Centrum fast ganz verschwindet, und die ganze fibröse Substanz mehr eine netzförmige Gestalt annimmt" (Keuffel, l. c. p. 170). An späterer Stelle seiner Schrift beschreibt Keuffel die Pia-mater-Fortsätze in der grauen Substanz (p. 176, 177) als sehr feine, netzförmig unter einander verwebte, in die der weissen Substanz unmittelbar übergehende Fibrillen, doch konnte er an „den scharfen Gränzen beider ... die Art des Uebergangs nicht erforschen."

Dass aus dem in die Fissura anterior des Rückenmarks eintretenden Fortsatz der Pia mater „eine ungemessene Menge von Fibrillen" entspringen, welche in das Rückenmark eindringen, sah auch Keuffel (l. c. pag. 169, 170). Keuffel giebt (Fig. 3, ff.) eine Abbildung des von ihm gesehenen Fasernetzes der Pia mater, welches so ausserordentlich dicht ist, dass man zugeben muss: der grösste Theil der von Keuffel dargestellten Querdurchschnittsfläche des betreffenden Rückenmarks-Abschnitts werde hauptsächlich aus Bindegewebe zusammengesetzt, und für andere Elemente ausser der Pia mater und ihren Fortsätzen bleibe in weisser wie in grauer Substanz nur ein äusserst geringer Raum übrig.

In Bezug auf die histologische Beschaffenheit der Pia mater und ihrer Fortsätze machte Keuffel einige speciellere Mittheilungen. Nach Keuffel (l. c. pag. 138) zeigt sich die Pia mater selbst, mikroskopisch untersucht, aus Längsfasern bestehend; nur ihr oberster Theil (Halstheil des Rückenmarks) zeige Querfasern. Die histologische Beschaffenheit der Pia-mater-Fortsätze betreffend, so sagt Keuffel (pag. 177), „dass sie aus verdichtetem Zellstoff bestehen, und dass bei starker Vergrösserung jede Fibrille aus unzählig vielen Kügelchen zusammengesetzt sei." Ob die Fibrillen aber der Substanz der Pia mater gleich seien, lässt Keuffel noch unentschieden (pag. 177). Die Dicke der einzelnen Fasern der Pia mater betreffend, so sind sie nach Keuffel (l. c. pag. 171), bei'm Menschen „nicht viel dicker als ein Spinnegewebe-Faden"; einzelne hätten „die Dicke eines mittelmässigen seidenen Fadens."

Betrachten wir diese Mittheilungen Keuffel's genauer, so finden wir zuerst, dass die von Keuffel angewandte Methode der Untersuchung nichts weniger als eine exacte genannt werden kann. Das Maceriren eines Rückenmarksstückes in einer Auflösung von Kali und später in Wasser, und das nachherige Auswaschen des Rückenmarksstückes mit einem Malerpinsel, sind nicht geeignet eine so vollständige Trennung der ächten genuinen nervösen Elemente von dem Bindegewebe zu bewirken, als Keuffel das annimmt. Das Auswaschen mit dem Pinsel ist ein verhältnissmässig ganz rohes mechanisches Verfahren, welches begreiflicher Weise eben so wohl zarte Theile des wirklichen Bindegewebes aus dem Zusammenhange losreissen muss, wie es anderer Seits schwerlich im Stande ist, alles zwischen den feineren Bindegewebe-Netzen enthaltene sogenannte Nervenmark, d. h. Nervenprimitivfasern, aus dem betreffenden Abschnitte absolut zu entfernen. Gesetzt aber auch, das sogenannte Nervenmark (die Nervenprimitivfasern) könne dadurch entfernt werden, so wird doch ein Jeder zugeben, dass die Blutgefässe dadurch nichts weniger als entfernt werden, da diese, namentlich die stärkeren derselben, dem auswaschenden Malerpinsel einen mindestens eben so grossen, wenn nicht einen noch weit grösseren Widerstand entgegen setzen als die feinen Faserausbreitungen der Pia mater. Da nun die Blutgefässe im Rückenmark sehr zahlreich sind, so begreift es sich, dass das von Keuffel für ein mit der Pia mater unmittelbar zusammenhängendes Fasernetz von Zellstoff gehaltene Gewebe zum Theil aus Bindegewebe, zum guten Theil (wenn nicht zum grösseren Theil) aus Blutgefässen bestehe, dass also Keuffel Blutgefässe mit Pia-mater-Fortsätzen verwechselt habe. Wollte man nun annehmen, dass diese Verwechselung irrelevant sei, indem die Blutgefässe doch auch grossentheils aus Bindegewebe zusammengesetzt seien, so ist dagegen zu erwidern, dass erstens: in den Blutgefässen Muskelfasern vorhanden sind, und dass die Gefässwände auch Nerven haben; zweitens, und hauptsächlich aber: dass jene Entschuldigung zu Keuffel's Gunsten darum nicht aufrecht erhalten werden kann, weil Keuffel annimmt, die Fortsätze der Pia mater bildeten die feinen Canäle, in denen das Mark der Nervenprimitivfasern enthalten ist. An der Bildung dieser Canäle, resp. an der Bildung des Neurilems einer jeden einzelnen Nervenprimitivfaser der weissen Substanz des Rückenmarks überhaupt nimmt aber — das wird ein Jeder zugeben, und selbst Keuffel's Andeutungen weisen nirgends darauf hin — kein Blutgefäss Theil.

Da nun in der grauen Substanz, ausser den zahlreichen Blutgefässen, auch noch die Nervenzellen, welche durch zahlreiche dicke Fortsätze unter einander verbunden sind, vorkommen, die dem auswaschenden Pinsel nicht minder als die Blutgefässe einen gewissen Widerstand entgegensetzen müssen, so begreift es sich, dass Keuffel auch in der grauen Substanz manche entschiedene Theile des Bindegewebes mit dem Pinsel entfernt haben mochte, während er andere entschieden genuine nervöse Theile, die sich nicht leicht abspülen und abwaschen liessen, für Bindegewebe ansprach.

Da Keuffel eine genauere mikroskopische Untersuchung der betreffenden Elemente nicht unternommen hatte, indem die damalige Mikrotomie noch nicht bis dahin vorgeschritten war, die Nervenzellen des Rückenmarks auch damals noch gänzlich unbekannt waren, so wird ein Jeder gerne zugeben, dass die Diagnose der Bindegewebs-Elemente des Rückenmarks, so weit sie durch Keuffel's Arbeit und Untersuchungsmethode festgestellt zu werden vermochte, nicht sonderlich sicher genannt zu werden verdient. Es lässt sich aber auf der anderen Seite nicht verkennen, dass Keuffel's Mittheilungen manches Wahre enthalten, was als ein bleibendes Gut für die Wissenschaft betrachtet werden muss; und hierauf will ich speciell aufmerksam machen, und solches von den zweifelhaften Beobachtungen desselben Autors auszuscheiden versuchen.

Dass von der inneren Oberfläche der Pia mater eine zahllose Menge feiner Fäserchen entspringt und in das Innere des Rückenmarks einstrahlt (Keuffel, l. c. p. 139), muss auch ich als das Ergebniss meiner eigenen Beobachtungen bestätigen; eben so, dass die dickeren Fortsätze der Pia mater theils radiär angeordnet sind, theils netzförmige Anastomosen in dem Rückenmark bilden. Dass

aber diese Netzwerke von Pia-mater-Fasern der ganzen Länge des Rückenmarks nach zusammenhängende Membranen, und feine Canäle längs des ganzen Rückenmarks bilden, in welchen das sogenannte Mark der einzelnen Nervenprimitivfasern enthalten sei (Keuffel, p. 173) — das ist eine ohne genügende Gründe und Beweise von Keuffel aufgestellte Behauptung, die er hauptsächlich aus der mikroskopischen Anschauung eines, nach seiner Methode behandelten, Querabschnitts vom Rückenmark gewonnen haben mochte, indem er die Durchschnittsfläche eines solchen Rückenmarks-Abschnitts als der Querdurchschnittsfläche eines spanischen Rohres gleich beschreibt. Diese Ansicht gewinnt man bei schwacher, schon 15—50facher Vergrösserung an jedem mittelfeinen Querabschnitt aus einem in Weingeist, Sublimat u. s. w. gehärteten Rückenmark, wie ich und Wallach (1842, l. c. p. 45) das ebenfalls beschrieben haben: als „die ihres Inhalts beraubten hohlen Scheiden der longitudinalen Primitivröhren, ähnlich einem quer durchschnittenen Strohbündel.“ Hier sieht man die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Nervenprimitivfasern; und wenn ich selbst früher glaubte, dieselben seien leer, d. h. ihres Marks beraubt, so war das ein Irrthum, den ich jetzt zurückrufe. Weil ich die Mitte der einzelnen Nervenprimitivfasern bei der geringen Vergrösserung durchsichtig fand, so hielt ich solche für leer; mit Unrecht. Spätere Untersuchungen, nach besserer Methode, zeigten an solchen anscheinend leeren Nervenprimitivfaser-Scheiden noch den Axencylinder so wie das Mark. Wenn nun an Querabschnitten aus in Weingeist etc. gehärtetem Rückenmark die Nervenprimitivfasern eben so erscheinen, wie an Rückenmarks-Abschnitten, welche nach Keuffel's Methode behandelt, also macerirt und mit dem Pinsel ausgewaschen waren, so lässt sich annehmen, dass durch Keuffel's Manipulationen die genuin nervösen Elemente der weissen Substanz des Rückenmarks bei weitem nicht in dem Grade aus dem Rückenmark entfernt wurden, als dieser Forscher anzunehmen sich berechtigt glaubte. Keuffel gesteht dies indirect selbst zu, indem er annimmt, dass die Hülle aller Nervenprimitivfasern der weissen Substanz nach seiner Präparation zurückblieb und nur das Nervenmark angeblich ausgewaschen wurde. Ganz abgesehen nun von den Resultaten meiner Untersuchungen, welche darthun, dass Hülle, Mark und Axencylinder in einer jeden Nervenprimitivfaser ein zusammenhängendes Ganzes bilden (welches zu erkennen Keuffel noch nicht vermochte, seiner mangelhaften Methode und Mikroskope wegen), das nur künstlich zu trennen ist, weise ich blos auf die eine, leicht zu constatirende, Thatsache hin, dass man an Querabschnitten aus in Chromsäure gehärtetem, und durch Carmin nachher stark imbibirten Rückenmark, in welchem alles Bindegewebe (Pia-mater-Fortsätze) der weissen Rückenmarks-Substanz intensiv roth gefärbt ist, bei weitem nicht das Bindegewebe in solcher Mächtigkeit vorfindet, als Keuffel annimmt, noch viel weniger aber die Hüllen und das Mark der einzelnen Nervenprimitivfasern roth gefärbt findet (obwohl den Axencylinder), und endlich viele Gruppen von Hunderten von Nervenprimitivfasern erblickt, zwischen denen nicht ein einziges Element von Bindegewebe zu erkennen ist (s. o. p. 1002). Keuffel's Annahme also, dass die Hüllen der Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks durch die Fortsätze der Pia mater gebildet würden, muss als eine unberechtigte und, weil directe Gründe zur Annahme des Gegentheils vorliegen, als eine falsche zurückgewiesen werden.

Was die Pia-mater-Fortsätze der grauen Substanz des Rückenmarks betrifft, so mag die Beschreibung Keuffel's (l. c. p. 170) als eine im Allgemeinen richtige zugegeben werden, insofern er die genannten Fortsätze sowohl radiär verlaufend, hauptsächlich aber als netzförmige Anastomosen bildend bezeichnet. Desgleichen stimmt mit den Ergebnissen meiner eigenen Erfahrungen die Angabe Keuffel's überein (Keuffel, p. 169, 170), dass aus dem Fortsatz der Pia mater in der Fissura anterior zahllose Fibrillen entspringen, die in das Rückenmark eindringen. Dass aber alle die von Keuffel (Fig. 3) so dicht und zahlreich gezeichneten faserigen Theile Pia-mater-Fortsätze seien, ist nicht allein nicht bewiesen, sondern nach den oben von mir gegebenen Erörterungen ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass sie zum Theil aus Blutgefässen, zum Theil aus genuinen nervösen Elementen

bestehen. Die von Keuffel gegebenen Abbildungen (Tab. III, Fig. 1—6) sind überdies nichts weniger als genau oder als entscheidend zu bezeichnen. In Fig. 3 zeichnet Keuffel, in dem Querabschnitt aus dem obersten Dorsaltheil des Ochsen-Rückenmarks, bei i, i, zwei rundliche dunkle Massen, und bezeichnet solche als „das Neurilem, was zur Einschliessung des grauen Marks bestimmt ist" (auch in Fig. 4 vergrössert, etwa 4—5fach linear). Hier zeichnet Keuffel aber von der grauen Substanz nur den geringsten Theil, die Vorderhörner gar nicht, von der gelatinösen Substanz ebenfalls nichts (d. h. von den durch genannte Theile eingenommenen Localitäten), obwohl sie in der Natur deutlich genug begrenzt sind; die von Keuffel gezeichneten rundlichen Massen entsprechen aber, in Bezug auf Lage und Grösse, den Dorsalkernen, dergestalt, dass ich annehmen muss, Keuffel habe hier auch nur eben diese Gebilde dargestellt. Keuffel hat daher hier ächte nervöse Gebilde mit Bindegewebe verwechselt, wie mir scheint. Diese meine Annahme wird um so wahrscheinlicher, als in den Dorsalkernen, ausser den grossen Nervenprimitivfasern, eine grosse Menge von Blutgefässen vorhanden ist, welche die Festigkeit der innig mit einander verbundenen Nervenzellen, und der vielfach unter einander verfilzten Nervenprimitivfasern noch vergrössern, also (bei Keuffel's Präparation) einen bedeutenderen Widerstand gegen den auswaschenden Pinsel bilden helfen.

Nach Erwägung aller dieser Umstände kann ich nicht anders als behaupten, dass Keuffel dem Bindegewebe im Rückenmark eine zu grosse Rolle im Allgemeinen zugetheilt habe, im Besondern aber einen durchaus falschen Satz in die Wissenschaft durch die eine Behauptung eingeführt habe, dass durch die Pia-mater-Fortsätze die neurilematischen Hüllen für das sogenannte Nervenmark sämmtlicher Nervenprimitivfasern des Rückenmarks gebildet würden.

Was Keuffel (p. 138) übrigens über die histologische Beschaffenheit der Pia mater selbst sagt, stimmt zum Theil auch mit den Ergebnissen meiner eignen Untersuchungen überein, das heisst, dass sie aus Längs- und aus Querfasern bestehe. Die Angabe, dass nur ihr oberster Theil Querfasern zeige, beruht auf ungenügender Untersuchung; man kann (an feinen Längsabschnitten von der Oberfläche der Pia mater) leicht an jeder beliebigen Stelle der Pia mater die schönen Fasernetze ihrer Elemente (s. o. p. 1006) erblicken.

Dass jede einzelne Faser der Pia mater aus Kügelchen bestehe (Keuffel, p. 177), ist eine wohl nur auf ungenügender mikroskopischer Untersuchung beruhende Behauptung.

Die Behauptung Keuffel's (p. 171), dass die Dicke der einzelnen Pia-mater-Fasern „nicht viel dicker als ein Spinnegewebefaden" sei, ist mit dem Ergebniss meiner Erfahrungen in so fern nicht übereinstimmend, als ich im Gegentheil fand, dass die Pia-mater-Fasern in der Regel dünner sind. Ein Spinnegewebefaden misst $^1/_{750}$—$^1/_{500}'''$, $^1/_{400}'''$, selbst $^1/_{300}'''$ im Querdurchmesser; es mag deren auch noch dickere geben; die einzelne Faser der Pia mater misst $^1/_{1500}'''$ in der Regel [52]). Wenn aber Keuffel einzelne sogar von der Dicke eines mittelmässigen Seidenfadens fand (etwa $^1/_{10}'''$ nach meinen Messungen), so liegt die Vermuthung nur zu nahe, dass Keuffel hier ein dünnes Blutgefäss mit einer Pia-mater-Fibrille verwechselt hat, oder ein ganzes Bündel von Pia-mater-Fasern für ein einfaches Element gehalten habe. Da zu Keuffel's Zeiten die feinere Mikrometrie noch sehr zurück war, so halte ich mich nicht länger bei diesem Gegenstande auf.

Nach Keuffel war es Rolando, welcher dem Bindegewebe im Rückenmark seine besondere Aufmerksamkeit zuwendete. Zuvörderst nahm er an, dass die eigenthümlichen Rückenmarks-Fasern durch ein feines Zellgewebe verbunden seien (Rolando, l. c. 1824, p. 76), „le dette fibre o fili medullari .. sono insieme collegati da un finissimo tessuto cellulare, che li circonda, come sono circondati i fili e le fibre muscolari .." Hieraus geht hervor, dass auch Rolando dasjenige, was ich an den

[52]) Es giebt in dem subarachnoidealen Zellgewebe, in der Dura mater, und hier und da auch wohl in der Pia mater einzelne Fasern von $^1/_{500}$—$^1/_{750}'''$, wie oben angegeben worden ist.

Nervenprimitivfasern des Rückenmarks unter der Bezeichnung „Hülle" begreife, für Bindegewebe erklärte, eine Annahme, welche diesem Gewebe eine viel bedeutendere Rolle im Rückenmark zutheilt, als ich — meinen Erfahrungen nach — zugestehen kann. Rolando hat offenbar diejenigen aus Elementarröhrchen bestehenden Elemente der Nervenprimitivfasern (der Hülle und des sogenannten Nervenmarks), welche die Verbindung der benachbarten Nervenprimitivfasern in der weissen Substanz des Rückenmarks bewirken, mit Bindegewebe verwechselt. Dieser Ausspruch wird durch die oben (pag. 1002) von mir dargebrachte Thatsache erhärtet, dass ächte Nervenprimitivfasern in der weissen Rückenmarks-Substanz zu Hunderten neben einander liegen, ohne dass zwischen ihnen eine Spur von Bindegewebe zu entdecken ist.

Das Eindringen von zahlreichen Fortsätzen der Pia mater in das Rückenmark sah und beschreibt übrigens Rolando (l. c. p. 66) ganz übereinstimmend mit meinen Erfahrungen: „numerose membranuzze più sottili si staccano dalla faccia interna della pia meninge .. e penetrano tra mezzo alle laminetti midollari." Sowohl an frischem, wie besonders an in Weingeist oder Salzauflösung gehärtetem Rückenmark vom Ochsen fand Rolando das Gesagte bei'm vorsichtigen Abziehen der Pia mater vom Rückenmark; am leichtesten, wenn das der Länge des Rückenmarks entlang geschah, „per ben riescirvi si deve sollevare e staccare la pia madre nel senso della lunghezza del midollo" (l. c. p. 67). Auch auf Querabschnitten, die aus (in Sublimat-, Salz-, Alaun- etc. Auflösung) gehärtetem Rückenmark gemacht, und nachher lange in oft frisch hinzugegossenem Wasser macerirt worden waren, sah Rolando die genannten Pia-mater-Fortsätze (p. 67, 68).

Zu gleicher Zeit mit Rolando (resp. ein Jahr vorher) hatte auch Bellingeri[53]) beschrieben, dass feine Verlängerungen von der ganzen inneren Oberfläche der Pia mater zahlreich in das Rückenmark eindringen: „parvae productiones piae matris .. profunde subeunt in substantiam medullae spinalis .. quaeque dirumpuntur, et scissuras irregulariter dispositas relinquunt in tota superficie medullae, et praesertim in superficie fasciculorum lateralium" (bei'm Abziehen der Pia mater vom Rückenmark zu beobachten). Bellingeri kannte auch die grösseren Fortsätze; er sagt weiter (p. 47): „multae et prolongatae productiones piae matris alte in substantiam medullae immittuntur in lateribus externis sulcorum collateralium posteriorum; ubi nempe scissuras brevesque sulcos superius descriptos relinquunt in superficie medullae. Quoties in medulla adsunt sulci collaterales posteriores, tunc minimae et breves observantur piae matris productiones, quae in dictos sulcos penetrant." Ferner p. 48: „In linea recta longitudinali punctulis notata fibratae piae matris productiones .. alte immittuntur. In sulco autem medio posteriori . . multae ipsius productiones . . fibrarum adinstar . . profunde descendunt in dictum sulcum usque ad contactum cinereae substantiae . . In scissuris quoque collateralibus anterioribus penetrant plus minusve latae productiones piae matris .. Tandem in sulco medio anteriori per totam medullae longitudinem, immittitur sat crassa plicatura piae matris, quae per lineam unam, vel unam cum dimidio in dictum sulcum descendit; in fundo autem sulci istius, plicatura piae matris in fibratas abit productiones, quae cum minimis vasis sanguineis profunde penetrant in substantiam albidam in fundo dicti sulci positam. Patet inde, piam matrem non solum vestis adinstar obvelare medullam, sed et intime ipsam subire; atque alicubi perfecte, alibi vero ex parte ipsam dividere" (l. c. p. 48). Es scheint mir überflüssig, noch in weitere Erörterungen über Bellingeri's Mittheilungen einzugehen; nur die eine Bemerkung will ich anfügen, dass die von Bellingeri mitgetheilten Thatsachen die nüchterne Wahrheit enthalten, und sich leicht bestätigen lassen, auch nicht von Bellingeri benutzt worden sind, um weitere Schlüsse darauf zu gründen, als solche, die ohne Bedenken gerechtfertigt werden können.

Nach Rolando und Bellingeri äusserte sich Valentin 1836 über die nicht nervösen

[53]) Bellingeri, de medulla spinali nervisque ex ea prodeuntibus etc. Augustae Taurinorum, 1823, 4°. p. 46, ff.

Bestandtheile des Centralnervensystems specieller, und sagte, dass ausser Primitivnervenfasern und Ganglienzellen auch noch Blutgefässe, Zellgewebe, Pigment, Fett und anorganische Deposita (Hirnsand) in dem Centralnervensysteme enthalten sind. Valentin hebt dieses wiederholt hervor [54]). Dass „die inneren Lagen der Pia mater sich mit ihren Fasern unmittelbar in die Fasern des Zellgewebes, welche die Centraltheile selbst durchziehen, fortsetzen," sagt Valentin ausdrücklich, p. 169. Valentin beschreibt auch die histologische Beschaffenheit der Fasern der Pia mater (und Dura mater) [55]). Insbesondere beschreibt er die gabelförmige Spaltung dieser Fasern, und die morphologische Gleichheit der Fasern beider Häute, der Pia und Dura mater, die Aehnlichkeit dieser Fasern mit denen des Zellgewebes, etc. Ebenso (p. 169) sagt Valentin: „die Pia mater und die Dura mater, die Nervenscheide, die Hülle der Ganglien sind sämmtlich faserige Häute, deren Fasern mit denen des Zellgewebes entweder isomorph oder homöomorph sind". Valentin bildet [56]) „die charakteristischen Fasern der Pia mater" ab, als gabelig gespalten, mit einfachen Contouren.

Im Ganzen stimmt dies auch mit meinen Erfahrungen, doch nicht vollständig, überein. Die dickeren Bindegewebsfasern sind in der Pia mater weniger zahlreich als in der Dura mater; eben so sind die Theilungen seltener und nicht so auffallend in der Pia mater wie in der Dura mater; im Ganzen finde ich die Elemente der Pia mater feiner als Valentin annimmt. Macht man aus der in Chromsäure gehärteten Pia mater des Menschen-, Ochsen- oder Kalbs-Rückenmarks feine Abschnitte, so findet man, dass dieselbe aus dickeren oder dünneren Bündeln, letztere aber aus lauter sich vielfach kreuzenden oder parallelen, gewundenen Fasern von $^1/_{1500}$''' bis $^1/_{750}$''' Dicke bestehen. Die einzelnen derselben zeigen beiderseits eine dunkle einfache Contour und eine hellere Mitte, keine anderweite Structur. Sie erscheinen unter dem Mikroskop bei 360-facher Vergrösserung in der Art, wie gekräuselte Pferdehaare dem blossen Auge erscheinen. Nicht selten sieht man dichotomische Theilung dieser Fasern. Die Dura mater des Kalbs- etc. Rückenmarks, in feinen Abschnitten aus in Chromsäure gehärteten Präparaten, besteht, auch nach meinen Untersuchungen (s. o.), aus den gleichen Bindegewebsfasern wie die Pia mater. Doch sind darin noch häufiger breitere, gestreckt verlaufende, dichotomisch und trichotomisch sich theilende Bündel oder Fasern von $^1/_{500}$''' breit und schmäler. Die Theilungen natürlich sind nur $^1/_{1500}$'''—$^2/_{1500}$''' breit. Diese breiteren Fasern finden sich, wie oben schon gesagt, auch im subarachnoidealen Bindegewebe.

Wenige Jahre nach Valentin's eben erwähnten Arbeiten veröffentlichte Arnold (1838) seine Bemerkungen über den Antheil des Bindegewebes an der Constituirung des Rückenmarks. Arnold bestätigte (1838, l. c. p. 11) Keuffel's Untersuchungen, und fand: „dass die aus Zellgewebe und zahlreichen Gefässen bestehende Pia mater des Rückenmarks in der ganzen Länge desselben einen einfachen Fortsatz nach innen und hinten bis in den Grund der Spalte sendet, von wo aus dieser sich nach beiden Seiten in sehr viele gefässreiche Fibrillen theilt, die sich in den Schenkeln der grauen Substanz ausbreiten, und hier mit jenen zusammenfliessen, welche von der gesammten inneren Oberfläche der Pia mater entspringen und sich ebenfalls nach der grauen Substanz hinwenden. Diese gefässreichen Fasern convergiren überall gegen die Seitentheile der grauen Substanz, mit Ausnahme der Mitte der hinteren Fläche, wo sie theils gerade nach innen und vorn laufen, theils selbst etwas divergiren, indem sie sich nach den hinteren Schenkeln der grauen Substanz wenden; sie verbinden sich vielfach unter einander, erzeugen dadurch zahlreiche neurilematische Röhren, in denen das Mark enthalten ist demnach (p. 13) besteht das Rückenmark aus einer sehr grossen Menge äusserst feiner neurilematischen, mit Mark erfüllten Röhrchen, die sich durch das ganze Rücken-

[54]) Valentin, in: Nov. act. A. N. C. 1836. XVIII. p. 166. 167. [55]) Valentin, 1836, Nova acta, XVIII. p. 84.
[56]) Valentin, Nova acta A. N. C. 1836, p. 227. Tab. IV. Fig. 21.

mark von unten nach oben erstrecken, in bestimmten Lagen geordnet sind, die Form von zahlreichen, der Länge nach verlaufenden Blättchen haben, sich, wie die einzelnen Fibrillen, von der Peripherie jeder Hälfte zum Centrum derselben begeben, und in grössere, durch die Schenkel der grauen Substanz gesonderte, Abtheilungen gruppirt sind. . . . In der grauen Substanz sind die Fibrillen und die Röhrchen viel feiner als in der Marksubstanz; es gehen beide mit scharfen Gränzen [?] und unmittelbar in einander über." Die einzelnen feinen Röhrchen, d. h. die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz haben, nach Arnold, einen Querdurchmesser von $^1/_{450}$ — $^1/_{500}$''' (p. 13, l. c.) Diese Ansicht wiederholte Arnold auch noch 1844, indem er zuerst [57]) sowohl in der weissen wie in der grauen Substanz, ausser den genuinen Nervenelementen, eine körnige Grundmasse unterscheidet, deren Elemente $^1/_{1500}$''' bis $^1/_{2000}$''' messen. Zweitens aber behauptet Arnold, dass im Rückenmark zahlreich vorkommende Blutgefässe eine zellgewebige Grundlage haben (Arnold, 1844, l. c. p. 265), in welcher Grundlage nicht blos die Gefässe sich ausbreiten; vielmehr soll dieselbe auch die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz scheidenartig umgeben; dieser „Zellstoff" sei im Rückenmark fester als im Gehirn, und stimme mit den neurilematischen Röhren der Nerven überein (ganz übereinstimmend mit Keuffel) [58]).

Betrachten wir diese Angaben Arnold's genauer, so finden wir in dessen ersten, im Jahre 1838 gemachten Mittheilungen wesentlich nichts Anderes, als dasjenige, was Keuffel bereits gesagt hatte. Es bedarf daher keiner genaueren Erörterung, um darzulegen, dass diese Ansichten Arnold's eben so wenig begründet sind, als diejenigen Keuffel's, und dass alle diejenigen Einwürfe, welche ich oben (p. 1011, ff.) gegen Keuffel's Annahmen geltend gemacht habe, auch von denen Arnold's statuirt werden müssen. Arnold's Erkenntniss der Elemente des Rückenmarks war damals also noch nicht weiter gekommen, als die Keuffel's, was auch besonders noch aus der Angabe des Querdurchmessers der Nervenprimitivfasern der weissen Rückenmarkssubstanz hervorgeht. Arnold zeigt dadurch, dass er nur die feineren und feinsten dieser Nervenprimitivfasern gesehen, die bei weitem überwiegende Zahl der grösseren Nervenprimitivfasern der weissen Substanz aber nicht richtig erkannt hatte. Auch die andre Angabe Arnold's, dass die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz viel feiner seien als die in der weissen, zeigt, dass er die dicken Nervenprimitivfasern der grauen Substanz nicht kannte; und dass er, wie Keuffel, scharfe Gränzen zwischen den Fibrillen der grauen und weissen Substanz statuirte, und doch einen continuirlichen Uebergang beider annahm (wobei aber Keuffel an der Gränze beider die Art des Uebergangs als nicht genau bestimmbar bezeichnete), zeigt nicht minder, dass er diese Elemente nur ungenügend kennen gelernt hatte. Bekanntlich gehen die einzelnen Nervenprimitivfasern aus weisser Substanz in die graue ohne eine scharfe Gränze über. Theilte also Arnold 1838 dem Bindegewebe im Rückenmark eine viel zu bedeutende Mächtigkeit zu, so verschlimmert dieser Forscher, sechs Jahre später, seine Angaben noch durch die Annahme eines anderweiten nicht nervösen Stoffes, welcher zwischen den genuinen Nervenelementen im Rückenmark eingelagert sein solle, durch die Annahme einer „körnigen Grundmasse." Es ist wohl nicht anders möglich, als dass Arnold auch diese Grundmasse für bindegewebiger Natur erklärt, da er sie vom Nervengewebe ausschliesst. Nach dem Ergebnisse meiner Erfahrungen kann ich nicht anders als behaupten, dass dasjenige, was Arnold körnige Grundmasse nennt, nichts anderes ist als ein Artefact, als eine Folge der von Arnold geübten Präparationsmethode, nämlich des Zerzupfens frischer Theile des

[57]) Arnold, Handbuch der Anatomie, Freiburg 1844, Bd. I. p. 260.

[58]) Ess muss nicht nothwendig ein Widerspruch in Arnold's Ansichten gefunden werden, wenn er sagte, dass der Fortsatz der Pia mater in der vorderen Rückenmarksspalte (Arnold 1838, pag. 7) „offenbar den Zweck hat .. die Gefässe, womit er reich versehen, continuirlich in's Innere des Rückenmarks zu geleiten." Dieser Fortsatz kann ja (und hat ja auch wohl nach Arnold) noch den andern Zweck haben, sich in die feinsten Fibrillen auszubreiten, welche die bindegewebigen, neurilematischen Hüllen der einzelnen Nervenfibrillen (Primitivnervenfasern) in weisser und grauer Substanz bilden.

Rückenmarks mit Nadeln und nachheriger Untersuchung unter dem Mikroskop, oder die directe Untersuchung eines feinen, mit Messer, Doppelmesser oder Scheere gewonnenen Abschnitts aus dem frischen Rückenmark unter dem Mikroskope. Ich habe oben (p. 903) genügend über die Ursachen gesprochen, welche unter solchen Verhältnissen eine körnige Grundmasse im Rückenmark dem Beobachter wahrscheinlich machen. Verbesserte Methoden der Untersuchung bringen Aufklärungen, wie ich mitgetheilt.

Von den neueren Beobachtern ist nun vor allen Kölliker zu nennen, welcher in seinen verschiedenen anatomischen Schriften den Antheil des Bindegewebes an der Constituirung des Rückenmarks nur indirect bespricht, und weit davon entfernt ist, dem Bindegewebe einen so bedeutenden Antheil, wie Keuffel und Arnold thaten, an der Zusammensetzung des Rückenmarks zuzutheilen. Dass die charakteristischen Bestandtheile der weissen Substanz des Rückenmarks Nervenröhren, dass die charakteristischen Elemente der grauen Substanz die Nervenzellen sind — sagt Kölliker[59]). Kölliker führt ferner an, dass Blutgefässe überall, in grösserer oder geringerer Masse und Feinheit in der Nervensubstanz, d. h. im Rückenmark vorkommen. Kölliker giebt also schon durch die letztere Annahme allein zu, dass ein guter Theil von Bindegewebe (in den Blutgefässen) im Rückenmark vorhanden sei. Endlich aber bezeichnet Kölliker die Bindegewebs-Elemente des Rückenmarks selbst als 1) Epithelien, sowohl im Centralcanal des Rückenmarks, wie auf der Oberfläche des Rückenmarks; 2) als häutige Umhüllungen, Faserhäute, Arachnoidea, Pia mater und Dura mater, welche letzteren (Häute) selbst wieder eine complicirtere Zusammensetzung zeigen, Blutgefässe, Nerven, Fett- und Pigmentzellen enthalten, und selbst wieder Epithelien (Pflaster-Epithel) als Bekleidung zeigen[60]); 3) gewöhnliches Bindegewebe in verschiedenen Formen, und 4) elastisches Gewebe, als Fortsetzungen der Umhüllungen des Rückenmarks in dessen Inneres.

Ueber die aus Bindegewebe-Elementen bestehenden Theile, welche zum Nervensystem in Beziehung stehen, äussert sich Kölliker später, 1854, in folgender Weise[61]):

A. Festes Bindegewebe (geformtes, Henle), findet sich 1) in der Dura mater wie in allen fibrösen Häuten. Es bildet hier eine bedeutendere Verflechtung der Bindegewebsbündel und eine bedeutendere Anzahl von elastischen Fasern, als in den übrigens ähnlichen Sehnen und Bändern; also auch eine Anzahl anastomosirender Saftzellen. 2) Im Neurilem, ebenso wie in der Dura mater; an kleinen Nervenstämmen oft „homogene Bindegewebshäute" bildend. 3) In der Arachnoidea cerebri (und also auch des Rückenmarks) wie in allen serösen Häuten: Bindegewebe, reich an feinen elastischen Fasern, mit sich durchflechtenden, netzförmigen, anastomosirenden Bündeln, auch wohl, namentlich an der Oberfläche, homogen erscheinend und homogene Bindegewebshäute bildend. 4) In der Pia mater mit den Plexus chorioidei (p. 75): gewöhnliches, der elastischen Fasern ermangelndes Bindegewebe mit parallelen, verfilzten und anastomosirenden Bündeln; oder: homogenes Bindegewebe (in den Plexus chorioidei) mit anastomosirenden und pigmentirten Zellen, wahrscheinlich Saftzellen.

B. Lockeres oder areoläres Bindegewebe (formloses Bindegewebe, Henle): 1) um das Rückenmark herum, ein weiches Maschenwerk netzförmig anastomosirender oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel, die in den Maschen zahlreiche Fettzellen enthalten = Fettgewebe (p. 76), an elastischen Fasern und Saftzellen armes Bindegewebe. 2) An Nerven und im Innern von Nerven, ebenso wie bei 1, nur ist hier das gewöhnliche areoläre Bindegewebe (nicht das Fettgewebe) am verbreitetsten; dieses ist bald arm, bald reich an Saftzellen und elastischen Fasern. 3) Im Rückenmarkscanale: hier hat das Bindegewebe eine gallertartige Beschaffenheit, wie embryonales lockeres Bindegewebe, und „enthält dann in den Maschen der Bindegewebsbündel eine bald mehr Serum-artige, bald Schleim- und Eiweiss-haltige Flüssigkeit." Kölliker spricht hier nicht von „Saftzellen" um den

[59]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 390, 391. [60]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 391.
[61]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl., 1854, p. 72, 73.

Canalis centralis des Rückenmarks herum. Indess geht aus den oben, p. 862, ff., citirten Ansichten Kölliker's über die Elemente der Substantia gelatinosa und grisea des Rückenmarks hervor, dass Kölliker hierin „Saftzellen", also Bindegewebs-Elemente annimmt.

Kölliker sagt ferner [62]), dass „die Pia mater das Rückenmark und das Filum terminale ganz eng umschliesst, einerseits an der vorderen und hinteren Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hineintritt ..."; doch sagt Kölliker über das Verhalten dieser Fortsätze im Innern des Rückenmarks nichts Genaueres.

Bindesubstanz im Frosch-Rückenmark nimmt endlich Kölliker auch 1857 [63]) an, wie in allen gefässhaltigen Theilen, meint aber nicht, „dass solche nothwendig alle Gewebe bis aufs Feinste durchziehen müsse"; Kölliker hat „nichts dagegen, wenn im Frosch-Rückenmark keine andre Bindesubstanz als die Adventitia der Gefässe da wäre, und brauchte durchaus nicht zwischen jedem Fäserchen und jeder Zelle Bindesubstanz zu sein." Als Bindesubstanz im Frosch-Rückenmark bezeichnet Kölliker die Fortsetzungen der Pia mater, welche von den Längsspalten aus zum Centralcanal, in die graue Substanz und in die weisse Substanz hinein (von der äusseren Oberfläche her) sich erstrecken.

Die Elemente der Pia mater bezeichnet Kölliker [64]) als „meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden, nicht anastomosirenden Bündeln .. ziemlich viele Kerne, oft von linienförmiger Gestalt, und spärliche Kernfasern .. hier und da goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässiger Gestalt, mit fein auslaufenden Enden und von 0,04 – 0,05''' Länge."

Diese Anschauungen Kölliker's über das Bindegewebe im Rückenmark sind allerdings nicht tief in die Sache eingehend, und sind weit davon entfernt, ein nur annähernd richtiges Bild von dem Verhalten des Bindegewebes im Rückenmark zu geben. Die Fortsätze der Pia mater in die weisse und graue Substanz sind allerdings sehr zahlreich, und ihre Verzweigungen bilden ein ziemlich engmaschiges Netz im Rückenmark, wie ich oben auseinandergesetzt habe. Wenn nun Kölliker früher (s. o. p. 862, ff.) wirkliche Nervenelemente als Bindegewebselemente (Saftzellen) bezeichnete, so scheint Kölliker in der neuesten Zeit (1857, l. c. p. 2, 5, s. o. p. 908) wieder zweifelhaft zu sein, ob er die „Saftzellen" dem Bindegewebe zuzutheilen habe. Kölliker würde demnach diese Theile (mit Recht) vom Bindegewebe ausschliessen, wenn gleich im Allgemeinen behauptet werden muss, dass die Rolle, welche Kölliker dem Bindegewebe an der Constituirung des Rückenmarks zutheilt, eine zu geringe ist. Es scheint mir überflüssig, auf die specielleren Angaben Kölliker's über die Elemente des Bindegewebes hier näher einzugehen, da ich an anderem Orte genauer darauf zurückkommen muss.

Lenhossék (l. c. 1855, s. o. p. 43, ff.) fand im Rückenmark um den Centralcanal herum eine Schicht longitudinal verlaufender „Bindegewebsfasern". Ich habe bereits (pag. 44) auseinandergesetzt, dass Lenhossék hier offenbar sich geirrt hat. Im Uebrigen geht dieser Beobachter nicht tiefer in das Verhältniss des Bindegewebes zum Rückenmark ein. Dass die Pia mater aus vollkommen ausgebildeten, wellenförmig der Länge nach laufenden, Bindegewebsfasern bestehe, sagt Lenhossék, p. 47. Dass diese Angabe nur zum Theil richtig ist, geht aus meinen obigen Mittheilungen hervor. Elastische Fasern fand Lenhossék (p. 47) an der Aussen- und Innenfläche der Pia mater. In den Nerven der Pia mater fand Lenhossék Ganglienzellen (Ganglia intercalaria), p. 45, und bildet solche ab, Taf. III, Fig. 4). Seine Abbildung lässt aber vermuthen, dass Lenhossék hier Corpora amylacea und Epithelien mit Nervenzellen verwechselt habe; wenn er auch einzelne ihrer Fortsätze „in zweifellosem Zusammenhang mit den Primitivfasern" gesehen haben will. Ich werde in dieser Vermuthung um so mehr bestärkt, als Lenhossék (p. 47) behauptet, dass die Pia mater „nirgends eine Epithelialschicht als Attribut eines serösen Visceralblatts" durch die ganze Höhe der Medulla spinalis erkennen lasse, ob-

[62]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 490. [63]) Kölliker, 1857, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX.
[64]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 490.

wohl es doch sehr leicht ist (an Chromsäurepräparaten), die Epithelialschicht der Pia mater (Pflasterepithel) zu erkennen.

Bedeutender als irgend ein Forscher zuvor hat nun in der neueren und neuesten Zeit Bidder (und mit ihm seine Schüler) den Antheil des Bindegewebes an der Bildung des Rückenmarks darzuthun versucht und in einer Reihe von Schriften sich hierüber ausgesprochen; am entschiedensten in der neuesten Arbeit von 1857. Bidder und Kupffer (1857, p. 17, 18, 19) hebt mit Recht hervor, dass man dem Bindegewebe eine zu geringe Rolle bei der Constituirung des Rückenmarks zugetheilt habe, trotz der „lichtvollen" Arbeit Keuffel's, und bezeichnet mit Recht Henle's und meine eigenen (1842) Aeusserungen in Bezug hierauf als ungenügend. Er tadelt auch mit Recht Gerlach's Behauptung [65]), dass die weisse Substanz „ausschliesslich" aus Nervenröhren zusammengesetzt sei, dass die graue Substanz zu $^2/_3$ aus meist feinen Nervenprimitivfasern, zu $^1/_3$ aus Nervenzellen bestehe, u. s. w. Nicht minder stimme ich mit Bidder und Kupffer überein, wenn sie in Kölliker's Mittheilungen nicht genügende Erwähnung des Bindegewebes finden (p. 21); insbesondere lässt Kölliker mit Unrecht die weisse Substanz ausschliesslich aus Nervenröhren bestehen [66]), und die graue Substanz, zur Hälfte fast, aus Nervenröhren und Nervenzellen. Kölliker nehme zwar Blutgefässe „überall" in der Nervensubstanz, und, als Umhüllung, zartere oder festere Häute, die aus Bindegewebe in verschiedenen Formen und etwas elastischem Gewebe bestehen, auch Fett- und Pigmentzellen sowie Epithelien an, u. s. w. Kölliker habe aber bis 1855 „dem Bindegewebe einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Rückenmarks-Masse nicht beigemessen." Erst in der neueren Zeit [67]) gebe Kölliker die Anwesenheit von Bindegewebe in der grauen Substanz des Rückenmarks zu, seit Virchow's und Owsjannikow's Arbeiten [Virchow's Cellulose ist aber ein pathologisches Product]; auch Schröder v. d. Kolk, der zahlreiche Gefässe in der grauen Substanz annehme, gebe dem Bindegewebe keinen wesentlichen Antheil; auch nicht Lenhossék (dessen „Bindegewebsfasern" in der Umgebung des Centralcanals oben p. 1018 auch von mir als ungenügend gedeutet bezeichnet worden sind). Bidder und Kupffer bestätigen dagegen die Annahme Virchow's, „dass eine die Nerven-Elemente der Centra durchsetzende und zusammenhaltende, der Bindesubtanz angehörende, Grundmasse mit der eigentlichen Nervensubstanz verwechselt worden sei .. und zwar überall, wo graue Nerven-Substanz sich findet und zum Theil auch in der weissen Masse; .. Keuffel's sorgfältige Angaben .. haben ihre volle Richtigkeit," wie die Untersuchungen an Fischen (Owsjannikow's Arbeit, 1854), an Fröschen (Kupffer, 1854) [68]), Vögeln (Metzler, 1855) und an Säugethieren gelehrt hätten (p. 24).

Da ich in Bezug auf die Elemente der grauen Substanz wie der Commissura posterior oben (p. 872, u. a. O.) genügend dargelegt zu haben glaube, dass die von Bidder und seiner Schule ausgegangenen Ansichten über die Rolle, welche die Bindegewebskörper in dem Rückenmark spielen sollen, nicht als eine haltbare bezeichnet werden kann, so gehe ich hier gleich zu Demjenigen über, was

[65]) Gerlach, Handb. d. Gewebelehre, Mainz 1854, p. 444, 447.

[66]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 410. [67]) Kölliker, 1855, Gewebelehre, p. 299.

[68]) Die Pia mater des Frosch-Rückenmarks, frisch mit Essigsäure befeuchtet, soll, nach Kupffer (1854, l. c. p. 43), keine Zellenmembran um die zerstreuten Kerne zeigen. Dagegen ein Theil derselben, wenn in Chromsäure aufbewahrt, zugleich mit einem Segment des Rückenmarks während 2—3 Stunden gekocht, nicht blos elastische Fasern, sondern auch Zellenformen, welche noch nicht zu diesem Ausbildungsgrade gelangt sind, nämlich lang geschwänzte Bindegewebskörper, welche zwischen dem Kern und der Zellenmembran einen Zwischenraum zeigen, enthalten soll. Runde Bindegewebskörper, wie in der grauen Substanz des Rückenmarks, fand Kupffer (p. 44) nicht in der Pia mater, wie denn die geschwänzten Bindegewebskörper in der Pia mater überhaupt nicht zahlreich waren. Kupffer hält daher die graue Substanz des Rückenmarks für eine niedere Entwicklungsstufe von Bindegewebe als die Pia mater, weil in jener die Zellen vorwalten und rundlich sind, in letzterer die Fasern und nicht die Zellen, p. 44. Was Kupffer unter „nucleos dispersos" der Pia mater versteht, sind zum Theil Epithelien, zum Theil sind es Artefacte; die durch Essigsäure, Kochen etc. erzeugten Veränderungen des Gewebes bedingen die sogenannten Bindegewebekörper, so wie die elastischen Fasern (Kernfasern), was ich an anderem Orte genauer nachzuweisen gedenke.

Bidder und Kupffer über die (nicht aus Zellen bestehenden) anderweiten Theile des Bindegewebes im Rückenmark sagen, wobei ich jedoch bevorworte, dass ich auch früher (s. o. p. 840) nachgewiesen zu haben glaube, dass die von Bidder und Kupffer (u. A.) als Bindegewebe bezeichneten Theile der Nervenprimitivfaser-Hülle und theilweise des Marks der Nervenprimitivfasern in der weissen (und grauen) Substanz keineswegs diesem Gewebe zuzutheilen sind, und dass auch die als formlose Masse betrachtete und von Bidder und Kupffer u. A. zum Bindegewebe gezählte Substanz (s. o. p. 903, ff.) diesem Gewebe ebenfalls nicht zugehört.

Nach Bidder und Kupffer (p. 43, 44) gehen am Grunde der vorderen Längsspalte „aus den, den Fortsatz der Pia mater bildenden, Elementen in der Regel drei Faserzüge aus, von denen der eine, in der ursprünglichen Richtung des Fortsatzes weiter gehend, bis an den Centralcanal hinanreicht, während die anderen beiden, nach rechts und links auseinanderweichend, anfangs an der Gränze zwischen grauer und weisser Substanz hingehen, dann in erstere selbst eintreten, im weiten Bogen den Centralcanal jederseits umgeben, durch Abgabe von Elementen immer schmäler werden, endlich in der grauen Masse verschwinden und mit der formlosen Substanz derselben verschmelzen. Aehnliches findet sich auch an dem in die hintere Rückenmarks-Spalte eintretenden Fortsatz der Pia mater." Diese Angaben lassen sich, meinen Erfahrungen nach, nicht allgemein als richtig bezeichnen. Bei höheren Wirbelthieren wird man vergeblich nach den beschriebenen drei Fortsätzen suchen, und auch bei Fröschen und Petromyzon ist es nur ausnahmsweise so wie Bidder und Kupffer angeben [69]). Es gehen allerdings von dem Fortsatz der Pia mater, vom Grunde der vorderen wie der hinteren Längsspalte aus, feine Elemente in die Tiefe des Rückenmarks ein; aber der Fortsatz geht nicht ganz und gar in die Tiefe; der grösste Theil des Fortsatzes erscheint vielmehr auf dem Grunde der Fissur bei Menschen und Säugethieren in der Regel keulenförmig, wie abgerundet, hat also ein einer Bifurcation oder gar Trifurcation ganz entgegengesetztes Ansehen (auf Querabschnitten). Meine Erfahrungen stimmen mit denen Bidder's und Kupffer's aber in so weit überein, dass auch ich eine grosse Menge von Verzweigungen der Pia-mater-Fortsätze in weisser wie in grauer Substanz statuire, obwohl nicht in der von Bidder und Kupffer angedeuteten Form. Dass von der Pia mater (ausser von den dicken genannten Fortsätzen) zum Rückenmark eine „grosse Menge zarter Fäserchen hinübergehen", fanden auch Bidder und Kupffer bei ihren mikroskopischen Untersuchungen (p. 34, 35). Auch hiermit stimmen meine Erfahrungen überein.

Bidder und Kupffer nehmen auch formloses Bindegewebe an (l. c. p. 24), ausser den Zellen und Fasern desselben; sie fügen hinzu: „die formlose Masse, in welcher das Bindegewebe theilweise auch auftritt, giebt zu Verwechslung mit Nervensubstanz kaum noch Anlass." Ich habe mich oben (pag. 875 und pag. 902) genügend über die in weisser und grauer Substanz angenommene „formlose Masse" Bidder's und Kupffer's u. A. ausgesprochen, und kann mich daher hier einer weiteren Auseinandersetzung überheben.

Der Antheil, welchen das Bindegewebe an der Bildung des Rückenmarks nimmt, ist also — nach dem Ergebniss meiner Erfahrungen — von Bidder und seinen Schülern bei weitem höher angeschlagen worden, als die sicher stehenden Thatsachen bis jetzt anzunehmen gestatten. Graue Substanz und formlose Masse können, wie ich dargethan zu haben glaube, nicht mit Bidder und seinen Schülern zum Bindegewebe gerechnet werden; noch weniger können die Elemente der Nervenprimitivfaser-Hüllen und des Nervenmarks (theilweise) in weisser und grauer Substanz als Bindegewebe bezeichnet werden.

[69]) Wenn man, wie Bidder und Kupffer thun, bei Fröschen (auf Querabschnitten aus dem oberen Halstheil des Rückenmarks besonders häufig und leicht zu sehen) diejenigen Nervenprimitivfaser-Züge, welche aus der Commissura anterior nach hinten in die grauen Hinterhörner gehen, als Bindegewebsfasern betrachtet, alsdann kann man das von Bidder und Kupffer hier bezeichnete Bild finden. Genaue Untersuchung guter, genügend feiner, Abschnitte geben aber über diese problematischen Faserzüge entscheidenden Aufschluss.

Wenn also nach Bidder's Schule, wie Metzler sich ausdrückt (Metzler, l. c. p. 52), das Rückenmark zusammengesetzt ist: „e larga telae conjunctivae massa, quae tela in diversis locis diverso evolutionis gradu est posita. In eandem elementa medullae spinalis nervea immersa sunt," so ist dagegen zu erwidern, dass die verschiedenen angeblichen Entwicklungsstufen des Bindegewebes im Rückenmark nicht genügend nachgewiesen, und dass wirkliche Nervenelemente von Bidder und seinen Schülern für Bindegewebselemente gehalten worden sind [70]).

Auch über das Verhältniss des Bindegewebes zum Nervengewebe hat Bidder (und seine Schüler) eine Ansicht, welche ich nicht theilen kann. Das Bindegewebe ist bis in die neueste Zeit, wie von allen andern Forschern, so auch von Bidder und seinen Schülern als ein Gewebe ohne physiologische Bedeutung (Bidder und Kupffer, 1857, l. c. p. 9) betrachtet worden, welches nur als „ein in gewissem Sinne indifferentes Cement die Lücken zwischen den Gewebselementen von entschieden physiologischer Bedeutung ausfüllt, und zugleich das Lager abgiebt, in welches die Gefässe eingebettet sind .." u. s. w. Diese Ansicht kann nur eine rein willkürliche genannt werden. Denn es darf nicht unausgesprochen bleiben, dass wir bis jetzt über die Bedeutung des Bindegewebes im Organismus noch ganz im Unklaren sind, und dass die verschiedenen Formen, in denen das Bindegewebe auftritt (z. B. seröse und fibröse Häute, Sehnen-, Knorpel-, Knochengewebe etc., nach der Annahme der heutigen Anatomen), doch auf eine andre Bedeutung derjenigen Elemente, die wir als zum Bindegewebe gehörig bezeichnen, hinweisen, als auf die Bedeutung desselben, welche Bidder und Kupffer u. A. ihm beilegen, d. h. auf die Bedeutung einer indifferenten Ausfüllungsmasse, die ja auch eben so gut ganz wegbleiben könnte, da die Nervenzellen und Nervenprimitivfasern ja auch ohne solche Masse im Rückenmark u. s. w. möglicher Weise bestehen könnten, ohne deshalb eine Alteration ihrer respectiven Functionen zu erleiden.

Es bleibt nur noch die Ansicht des neuesten Beobachters auf diesem Gebiete anzuführen übrig, nämlich Jacubowitsch's. Dieser Forscher beschreibt nämlich das Bindegewebe im Rückenmark (Jacubowitsch 1857, p. 42 u. a. O.) „als ein sehr fein granulirtes, stellenweise netzartig gezeichnetes, .. wie wenn elastische Fasern beigemengt wären .. besonders um den Centralcanal herum .. oder als homogene, glashelle, feingranulirte Membran von einer fast unmessbar geringen Dicke .. Bindegewebskörper aber seien nirgends mit Sicherheit nachzuweisen." Ich finde das Bindegewebe im Rückenmark — wie oben gesagt — aus den feinsten Fasern bestehend, die mit den Elementen der Pia mater identisch sind; eine glashelle Membran habe ich aber nirgends antreffen können. Es scheint mir, dass Jacubowitsch diesem Gegenstande eine untergeordnete Aufmerksamkeit zugewendet hat. In dem Ausspruche aber, dass Bindegewebskörper nirgends mit Sicherheit in der Pia mater nachzuweisen seien, stimme auch ich mit Jacubowitsch überein [71]).

[70]) Die Ansichten Bidder's und Kupffer's über die gallertartige Substanz im Sinus rhomboidalis der Vögel werde ich im zweiten Theile dieser Schrift genauer besprechen.

[71]) Nachdem ich im Vorausgehenden gezeigt zu haben glaube, dass die von der grössten Mehrzahl der jetzigen Generation der Histologen getheilte Ansicht über das Bindegewebe, wie solche in Betreff des Rückenmarks von Bidder und seiner Schule ausgesprochen worden ist, keine Stütze in der von mir unternommenen histologischen Analyse der Elemente der grauen Substanz des Rückenmarks findet, schien es mir fast unumgänglich, diesem Abschnitte noch eine genauere Darlegung des heutigen Standes der Ansichten, welche die materielle Beschaffenheit des Bindegewebes betreffen, beizufügen. Da aber das Volumen dieser Schrift bereits über meine Erwartung gross geworden, so habe ich es für geeignet gehalten, diese meine Ansichten über das Bindegewebe in einer besonderen Schrift mitzutheilen, welche demnächst unter dem Titel: Zur Bindegewebefrage, eine historisch-critische Skizze, erscheinen wird.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Blutgefässe des Rückenmarks. *)

Die Spinalarterien führen dem Rückenmark eine bedeutende Menge von Blutgefässen zu, deren Hauptstämme mit den dickeren Fortsätzen der Pia mater in das Rückenmark eindringen, und in weisser wie in grauer Substanz sich auf das Mannichfaltigste verzweigen. In der grauen Substanz ist ein viel dichteres Netz von Blutgefässen vorhanden als in der weissen. Ein bestimmtes Gesetz der Blutgefässvertheilung im Rückenmark, das Verhältniss der feinsten Gefäss-Ausbreitungen zu den einzelnen Nervenprimitivfasern und einzelnen Nervenzellen in weisser und grauer Substanz im Allgemeinen wie im Besondern ist aber bis jetzt noch nicht ermittelt, und die von mir auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen haben nicht zu dem gewünschten Resultate geführt. Die Ausfüllung dieser bedeutenden Lücke bleibt daher künftigen Forschungen überlassen. Ich lasse mich daher auch nicht specieller über diesen Gegenstand hier aus, und theile die Ergebnisse meiner Untersuchungen in dem historisch-critischen Anhange dieses Abschnitts gelegentlich mit.

Historisches und Critisches

über die Blutgefässe des Rückenmarks.

Dass das Rückenmark von einer grossen Anzahl von Blutgefässen durchzogen wird, das wussten schon die alten Anatomen ganz gut. So sagt schon Blasius 1666 [72]), dass am Rückenmark zwei Substanzen zu unterscheiden seien, eine, die eine Fortsetzung des Gehirns, die andre „haec, vasa sanguinea, varie non solum membranas, substantiam hanc cerebralem tegentes, sed et substantiam ipsam

*) Da die Erörterung der gröberen morphologischen Verhältnisse des Rückenmarks überhaupt nicht zum Plan der vorliegenden Schrift gehört, so lasse ich mich auch nicht weiter auf die mit blossem Auge erkennbaren Verhältnisse des Laufs etc. der Arterien und Venen des Rückenmarks ein.

[72]) Ger. Blasius, Anatom. medull. spinalis et nervorum inde provenientium, Amstelod. 1666, 12°. p. 15.

pererrantia.“ Dass die Blutgefässe des Rückenmarks von der Arter. vertebralis herkommen, beschreibt Blasius (p. 25. 26); dass die Arter. spinal. anterior grösser ist, als die Arter. spinal. posterior, sagt auch schon Blasius (pag. 27): „haec (post.) minor est, illa (ant.) major.“ Ueberhaupt beschreibt Blasius den Lauf der zum Rückenmark gehenden Blutgefässe (pag. 25—31) ausführlich. Vor ihm hatten aber auch schon Bartholin, Willis u. A. darüber gehandelt. Die Venen des Rückenmarks beschreibt Blasius p. 31, u. ff.

Diese mehr makrotomischen Verhältnisse findet man im Ganzen eben so von den verschiedenen Anatomen bis in die neuesten Zeiten beschrieben, und wir gehen nicht specieller darauf ein, weil sie mehr der Morphologie als der Histologie des Rückenmarks angehören.

Von den neueren Forschern über den Bau des Rückenmarks äussert sich Keuffel (l. c. p. 183) dahin, dass die weisse Substanz nur wenig Blutgefässe habe; die graue dagegen habe mehr Blutgefässe (ibid.), bestehe aber nicht, wie Ruysch sagte, aus lauter Blutgefässen. Die Uebereinstimmung dieser Mittheilungen mit meiner Erfahrung liegt klar vor.

Nach Rolando ist die Arteria spinalis anterior einfach, die Arteria spinalis posterior doppelt vorhanden. „Ed in vero una sola arteria spinale scorre sulla faccia anteriore del midollo spinale, .. mentre che due sono le arterie spinali posteriori“ (Rolando, 1824, l. c. p. 27). Beide Arterien entspringen, nach Rolando, von der Arter. vertebralis. Dass dieses grösstentheils seine Richtigkeit hat, ist bekannt. Die Arteriae spinales posteriores entspringen aber oft aus der Arteria cerebelli posterior [73]). Dass die graue Substanz gefässreicher ist als die weisse, behauptet (mit Rachetti, Walther u. A.) auch Rolando (p. 59): „che il suo tessuto è medesimamente più vascolare.“

Dass von der hinteren Längsfurche des Rückenmarks, welche mit vielen gröberen und feineren Oeffnungen versehen ist, die Gefässe (in das Innere des Rückenmarks) von hinten nach vorn treten, sagt Arnold (1838, l. c. p. 3); ebenso, dass in der vorderen Längsspalte, auf deren Grund, „zwei Reihen von feinen Oeffnungen seien, durch welche die Gefässe des Fortsatzes der Pia mater sich in die Seitentheile der grauen Substanz begeben“ (ibid.). Auch ich fand oft die Eintrittspunkte der (mit der Pia mater ausgerissenen) Gefässe reihenförmig geordnet. Im Widerspruch mit dem ersten Satze sagt Arnold (p. 7) dass „durch die hintere Furche die Blutgefässe bei Menschen nur einzeln eingehen, und keinen zusammenhängenden Fortsatz, wie bei den Thieren, bilden, welche eine hintere Spalte besitzen“ (gegen Weber; aber mit Unrecht; der Fortsatz ist nicht so dick und weniger leicht für das unbewaffnete Auge darzustellen, als der Pia-mater-Fortsatz in der vorderen Längsspalte).

Die Blutgefässe des Rückenmarks beschreibt auch Clarke (1851, l. c.) als sehr zahlreich in weisser und grauer Substanz; „after giving off numerous branches to the white columns, they proceed inwards to the grey substance, along the whole periphery of which they form a remarkably beautiful network of loops, intermixed with nerve tubes and some of the processes of vesicles.“ Clarke meint, ich hätte bei meinen früheren Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks (1842) diese Blutgefässe (an der Gränze der Seitenstränge etc. in grauer Substanz) mit Nervenfasern verwechselt. Doch mit Unrecht. Die an der vorderen Fläche der Commissura anterior, resp. auf dem Grunde der vorderen Längsspalte mit blossem Auge zu beobachtenden feinen Oeffnungen, Spalten oder Reihen von Punkten (nachdem man die Pia mater weggenommen hat) haben auch Clarke und Foville gesehen, und Clarke sagt ganz richtig: „the traverse slits, observed by Foville on each side of the raphè, are fissures for the passage of bloodvessels.“ Dass die Blutgefässe in der grauen Substanz „an extremely minute network“ bilden, fand auch Clarke. Dass die, von dem Grunde der vorderen und hinteren Fissur aus, in die Rückenmarkssubstanz eintretenden Blutgefässe mit einander um den Canalis centralis herum anastomosiren, fand Clarke ebenfalls: „Some of the vessels, which enter at the anterior and posterior fissures

[73]) S. auch Hildebrandt-Weber's Anat., 1831, III. p. 201.

and at the posterior white columns, anastomose with each other around the spinal canal ..“ Auch die Blutgefässe der Commissuren sah Clarke „. . others (von der Umgebung des Centralcanals aus) branch off, right and left, between the bundles of the transverse commissure, into the anterior and posterior cornua. ..“ Mit allen diesen Angaben stimmen auch meine Erfahrungen überein. Die Blutgefässe in den grauen Vorderhörnern sollen, nach Clarke, dem Laufe der Querfasern folgen, „they follow the course of the transverse fibres, and running to the periphery of the grey substance, assist in forming there the loops already described.“ Hiermit kann ich jedoch nicht ganz einstimmen; die Gefässe laufen überhaupt netzartig. Die Blutgefässe in den grauen Hinterhörnern beobachtete Clarke ebenfalls genauer: „a series of loops is also found to exist near the extremity of the posterior cornua, along the border of the spongy substance.“ Es darf hierbei aber nicht angenommen werden, dass diese Netze etwas Abgesondertes, oder stets in gleicher Form Auftretendes seien. Sie bilden eben einen Theil des in der ganzen grauen Substanz verbreiteten Blutgefäss-Netzes.

Eine besondere Aufmerksamkeit auf das Verhalten der Blutgefässe des Rückenmarks hat Schröder van der Kolk verwendet. Seine Untersuchungsmethode [74]), um die Blutgefässe des Rückenmarks darzustellen, besteht in Folgendem: Er schneidet aus dem frischen (Hirn oder) Rückenmark feine Abschnitte oder Schichten von 1 Millimètre Dicke ab, legt solche auf ein Glasplättchen, und lässt sie daselbst eintrocknen. Sind sie nach einigen Tagen ganz ausgetrocknet, gleichsam käseartig geworden, so schneidet er mit scharfem Messer die ungleiche Oberfläche der einzelnen Abschnitte gleich oder eben, jedoch nimmt er nur so viel weg, dass die Dicke der einzelnen Abschnitte noch immer $^1/_2$ Millimètre beträgt, weil bei noch grösserer Dünnheit der Abschnitte der Gefässverlauf zu sehr unterbrochen, daher unzusammenhängend und undeutlich wird. Endlich bedeckt er die Abschnitte mit canadischem Balsam und einem Deckgläschen. Dadurch werden die Abschnitte so durchsichtig, dass sie mit starken Vergrösserungen untersucht werden können; die Blutgefässe aber erscheinen hellroth, wie injicirt, und man sieht die feinsten Verästelungen derselben in schöner Weise.

Ich habe nach dieser Methode Abschnitte aus dem Kalbs-Rückenmark angefertigt, welche die schönsten und reichsten Gefässnetze darboten. Dieselben sind überaus zahlreich, vorzugsweise in der grauen Substanz. Sie zeigen bald dickere bald dünnere Stämmchen, und diese verästeln sich auf das Mannichfaltigste und Feinste. Die graue Substanz wird schon nach dem ersten Tage ganz durchsichtig, wie Horn, durch das Eintrocknen; die weisse Substanz erst später, und nicht ganz so durchsichtig wie die graue. Die Blutgefässe gehen als dickere Stämmchen mit den centralen Bahnen der Nervenwurzeln, den vorderen sowohl wie mit den hinteren, innerhalb der weissen Substanz in geraden oder fast geraden Linien, resp. in gestrecktem Laufe, ohne bedeutende oder sehr auffallende Verästelungen. Auch durch die ganze Dicke der Seitenstränge sieht man gestreckt laufende Gefässe bis in die graue Substanz eintreten, und die Ausläufer der grauen Substanz innerhalb der Seitenstränge begleiten, resp. deren Lauf nachahmen. In der vorderen und hinteren Längsspalte sind ebenfalls die dickeren Gefässe bemerklich. Die feinere Verästelung zeigt sich am auffallendsten in der grauen Substanz, jedoch sind auch hierin einzelne Abschnitte dickerer Gefässe sichtbar. Auf den ersten Blick ahmen daher gleichsam die Blutgefässe den centralen Lauf der Spinalnerven, und der aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden Nervenfasern (oder umgekehrt) in der weissen Substanz des Rückenmarks nach, und ich finde es ganz begreiflich, dass solche Abschnitte zu der Meinung Anlass geben, ich hätte in den von mir früher (1843) gegebenen Abbildungen der Medulla oblongata und deren betreffenden Beschreibung die Gefässe für Nervenfasern gehalten, — eine Meinung, welche von Ekker und Schröder van der Kolk (l. c. p. 60) ausgesprochen worden ist, und auch von Kölliker bereits früher als

[74]) S. C. H. Ekker, dissert. anat. inaugural. de cerebri et medullae spinalis systemate vasorum capillari in statu sano et morboso. Trajecti ad Rhenum, 1853. 8vo. p. 27 u. ff

Vermuthung angeregt wurde [75]). Indessen ist es nicht schwer, in guten Abschnitten auch von Chromsäure- und Weingeistpräparaten die Blutgefässe zu erkennen und von wahren Nervenfasern zu unterscheiden. Man sieht sogar an ganz feinen Abschnitten die Blutgefässe des Rückenmarks bald in langen Strecken und als dickere Stämmchen, bald in kürzeren Strecken als dickere oder dünnere Gefässe, bald auf dem Schrägdurchschnitt, bald nur als Querdurchschnittspunkte von Gefässen der verschiedensten Durchmesser. An Abschnitten aus Chromsäurepräparaten, die hinreichend dünn sind, erscheinen die Blutgefässe des Rückenmarks aber begreiflicher Weise nie in so langen zusammenhängenden Strecken, wie in den Schröder van der Kolk'schen Präparaten, aber durch ihre dunkle, braungelbe Farbe, durch ihren Inhalt, durch ihre häufig sichtbaren Bifurcationen, durch die Spalten und Risse, welche meistens in dem Rückenmarksabschnitt von den Blutgefässen erzeugt werden, sind sie unschwer zu erkennen, und in dem Gewebe leicht von den wahren Nervenfasern zu unterscheiden. Insbesondere ist bei Anwendung starker Vergrösserungen eine Verwechselung von Blutgefässen mit Nervenfasern nicht möglich. Nur bei schwachen Vergrösserungen könnte dem Unkundigen ein solcher Irrthum zustossen. Bei einiger Uebung in Behandlung dieser Theile lernt man jedoch diese Art der Täuschung leicht vermeiden.

Dass die graue Substanz des Rückenmarks (und Gehirns) zahlreichere Blutgefässe enthält als die weisse Markmasse, darin stimmt auch Kölliker überein [76]). Die beiden Centralvenen innerhalb der Commissuren, zu beiden Seiten des Centralcanals, beschreibt (1855, l. c. p. 21) Lenhossék; dass im Conus medullaris und abwärts diese Venen sich theilen, und auf Querabschnitten 2, 4, 8 stets kleinere Lumina zeigen, ebenda (p. 21), und bildet solches in seinen verschiedenen Figuren ab. Die Richtigkeit dieser Angaben im Allgemeinen kann ich bestätigen, und in den von mir gegebenen Abbildungen (z. B. Taf. II, Fig. 1—6, Taf. III, Fig. 12, 14, Taf. VI, Fig. 7, 8, 9, Taf. VIII, Fig. 14, 16, 18; hier sieht man die Lumina von sechs Blutgefässen verschienener Grösse neben und hinter dem Centralcanal) habe ich ebenfalls das entsprechende Verhalten der Blutgefässe bezeichnet.

Die feinsten Blutgefässe des Rückenmarks sind, nach Jacubowitsch (l. c. 1857, p. 26), „feiner als die allerfeinsten Axencylinder, umgeben als dichtes Netz den Centralcanal, jede Nervenzelle; .. das getrocknete Rückenmark eigne sich zur Beobachtung der Gefässe.“ Mit diesen Angaben Jacubowitsch's kann ich in so fern nicht übereinstimmen, als die „Blutgefässe“, die „feiner als die allerfeinsten Axencylinder“ sind (also weniger als $^1/_{1500}$''' Durchmesser haben), unmöglich als Blutgefässe erkannt werden, auch keine Blutzellen ($^1/_{300}$''' Durchmesser) führen können. Das Verhältniss der Blutgefässe zu den Nervenzellen ist durch keinen aller der genannten Beobachter näher bezeichnet worden.

Die Blutgefässe der weissen Rückenmarks-Substanz beschreiben Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 38) theils als longitudinal, theils als transversal verlaufend. Ueber die Blutgefässe der grauen Rückenmarks-Substanz bemerken Bidder und Kupffer (p. 49), „dass die mit dem Fortsatz der Pia mater in die vordere Rückenmarksspalte eindringenden Arterien am Grunde der Spalte sich in zwei Zweige theilen, die anfangs an der Gränze zwischen weisser und grauer Substanz hingehen, nach beiden Seiten Zweige aussenden, und endlich in Capillargefässe sich auflösen, die die ganze graue Masse durchsetzen. Ziemlich regelmässig finden sich zu beiden Seiten neben dem Centralcanal ein paar grössere Gefässe (Venen?), die auch die Längenrichtung einhalten ..“ Während Bidder und Kupffer also in Bezug auf die mehr makroskopischen Verhältnisse mit den Ansichten früherer Forscher und mit den meinigen übereinstimmen, sucht man auch in ihren Mittheilungen vergeblich nach einer Angabe über das endliche genauere Verhältniss, in welchem die feinsten Blutgefässausbreitungen mit den einzelnen Nervenzellen und Nervenprimitivfasern stehen.

[75]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 427.

[76]) Kölliker, Gewebelehre, 1. Aufl., 1852, p. 70; 2. Aufl, 1854, p. 93.

Die vorstehenden Mittheilungen beziehen sich auf das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Die betreffenden Verhältnisse finden sich im Allgemeinen eben so bei den übrigen Wirbelthierklassen. Doch haben wir hier nur sehr Weniges aus den Mittheilungen unserer Vorgänger anzuführen.

Die Blutgefässe des Rückenmarks bei'm Frosche beschreibt Kupffer (1854, l. c. p. 27) ganz naturgetreu. Von der Arteria spinalis anterior gehen Aeste in den Sulcus longitudinalis anterior in grosser Zahl „ad similitudinem pectinis". Letzteres Bild kann man auf Längsabschnitten durch die Fissura longitudinalis anterior bei höheren Wirbelthieren in sehr ausgezeichneter Weise sehen, wie ich an vielen Präparaten, in denen die Gefässe mit Blut wie injicirt waren, gewahrte; sie gehen rechts und links vor der vorderen Commissur in die weisse und graue Substanz ein, und theilen sich hier in die feinsten Capillaren. Kupffer vergisst indess hier zu erwähnen, dass auch, noch bevor die Gefässe den Fundus fissurae anterioris erreichen, sie rechts und links Gefässe in die weissen Vorderstränge absenden. Dass die Gefässe von Scheiden der Pia mater begleitet werden, wenigstens die grösseren eine Strecke lang, giebt Kupffer richtig an. Auch sagt er ganz richtig, dass von vielen Stellen der Rückenmarksperipherie noch andere Gefässe in die zahlreichen Zwischenräume der weissen Substanz (mit den Pia-mater-Fortsätzen) eintreten.

Zweiter Theil.

Die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks und deren specielle Ergebnisse.

Zweiter Theil.

Ueber die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks im Allgemeinen wie im Besonderen.

Die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks und deren specielle Ergebnisse.

ERSTES BUCH.

Ueber die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks im Allgemeinen wie im Besondern.

Die anatomische Untersuchung des Rückenmarks soll uns sowohl eine Kenntniss von der Form, dem Flächeninhalt und den schon mit blossem Auge erkennbaren gröberen Bestandtheilen etc. desselben verschaffen, wie auch hauptsächlich eine möglichst genaue Einsicht in dessen feinsten Bau, also eine Kenntniss der verschiedenen Elemente des Rückenmarks, ihrer (anatomischen oder materiellen) Eigenschaften und ihres gegenseitigen Verhaltens in Bezug auf Form, Lagerungsverhältniss, Verbindung, Ursprung, Verlauf und Endigung geben. Die Erlangung dieser Kenntniss ist aber bekanntlich nicht anders möglich, als durch mechanische Isolirung der verschiedenen Theile des Rückenmarks und Untersuchung derselben mit Hülfe des Mikroskops. Die natürliche festweiche Beschaffenheit des Rückenmarks im frischen Zustande setzt nun aber bekanntlich der Forschung mannichfache Hindernisse entgegen, weil bei der Kleinheit der Elemente das unbewaffnete Auge zur Erkenntniss nicht genügt, und weil behufs der Anwendung der diesen Mangel ersetzenden Hülfsmittel — ich meine die mikroskopische Untersuchung — bei dem frischen Organe eine Störung der natürlichen Verhältnisse in zu vieler Beziehung, durch die hierbei nöthigen Manipulationen, Zerfaserung mit Nadeln, Quetschung im Compressorium, Anfertigung von Abschnitten mit Messer, Scheere, Doppelmesser etc., bedingt wird, als dass nicht die dadurch erlangte Kenntniss sehr unvollständig genannt werden müsste. Obgleich daher einerseits zugegeben werden muss, dass am frischen Rückenmark vieles Wichtige in Betreff seines feineren Baues erkannt zu werden vermag, so ist aber doch andrerseits hervorzuheben, dass die Untersuchung dieses Organs bei weitem sicherere Resultate in Betreff der Erkenntniss seines feineren Baues liefern muss, wenn die aus der Weichheit dieses Organs entspringenden Nachtheile bei der Untersuchung mittelst der mechanischen Isolirung seiner Theile ausgeschlossen werden können. Diesem ersten hauptsächlichen Desiderat wird aber durch eine passende künstliche Härtung abgeholfen.

Ein anderes nicht minder wichtiges Desiderat der anatomischen Untersuchung ist die Anwendung einer solchen Methode, welche nicht blos die richtige Erkenntniss der verschiedenen gröberen und feineren einzelnen Theile an der Oberfläche wie im Inneren des Rückenmarks gestattet, ohne dass durch die Präparation eine Veränderung bedingt wird, welche als eine Störung der natürlichen Formverhältnisse bezeichnet werden müsste, — sondern die anatomische Untersuchungsmethode muss auch

eine solche sein, dass sie die einzelnen feinsten Elemente des Rückenmarks, in den verschiedensten Schichten dieses Organs, sowohl gesondert, als auch in ihren natürlichen Verbindungen und natürlichen gegenseitigen Lagerungsverhältnissen zu erforschen gestattet, und welche also in solcher Weise einen richtigen Schluss in Bezug auf das wahre materielle Verhalten der einzelnen Elemente an sich, wie aller verschiedenen Elemente zu einander, wie auch endlich zu dem ganzen Organ im Feinsten wie im Groben, in äusseren wie in inneren, in höheren wie in tieferen Schichten zu ziehen erlaubt. Auch diesem Desiderate kann abgeholfen werden.

Denkt man sich irgend einen unbekannten Körper in lauter parallele, höchst feine, durchsichtige Abschnitte oder Segmente zerlegt, so wird man zugeben, dass es leicht ist, die Form dieses Körpers kennen zu lernen, wenn man alle die einzelnen Abschnitte desselben nach der bestimmten Reihenfolge und Richtung, in welcher sie nach einander gemacht wurden, wieder Schicht für Schicht zusammensetzen, oder solche in genannter Weise zusammengesetzt sich vorstellen kann. Aber nicht blos die Form des Körpers im Groben, sondern auch die seiner einzelnen verschiedenen Bestandtheile, und — vorausgesetzt, dass solche überhaupt different erkennbar darin vorhanden sind — den Verlauf, das materielle Verhalten der Fasern u. s. w. in allen seinen verschiedenen Schichten wird man leicht kennen lernen, wenn die einzelnen feinen Abschnitte desselben so durchsichtig sind, dass sie nicht allein mit dem blossen Auge, sondern auch mit der Lupe und endlich mit dem Mikroskope, unter den höheren und höchsten Vergrösserungen, untersucht werden können. Besonders wird diese Erkenntniss gesichert durch Untersuchung von Abschnitten des betreffenden gleichen Körpers, die in verschiedenen Richtungen Schicht für Schicht genommen sind, welche also an sich verschiedene Resultate geben müssen, die aber, mit einander verglichen, sich gegenseitig vereinigen, um den Schluss aus dem Einzelnen auf das Ganze zur Sicherheit zu erheben.

Alle diese hier ausgesprochenen Desiderate werden erfüllt durch Zerlegung des Rückenmarks in entsprechend feine Abschnitte, Scheiben oder Segmente, Schicht für Schicht in bestimmter Richtung genommen, wodurch es gewissermaassen gelingt, das Rückenmark durchsichtig zu machen und seine feinsten Gewebstheile zu erkennen, indem man sie in jeder Schicht isolirt zur Anschauung bringt.

Ein anderes gutes Hülfsmittel, um die einzelnen sogenannten Elementarbestandtheile des Rückenmarks kennen zu lernen, wie auch um die Elementar-Organisation dieser feineren Formelemente selbst genauer zu erforschen, bietet uns die Imbibition der genannten Theile durch verschiedene Farbestoffe dar, welche in einzelne Formtheile vorzugsweise eindringen, von anderen weniger leicht oder gar nicht aufgenommen werden, und wodurch ein oft sehr in die Augen springender Unterschied verschiedener Elemente oder ihrer einzelnen Glieder bedingt wird.

Alle diese genannten Proceduren bilden die vorbereitenden Acte zu der eigentlichen Erforschung der Organisation des Rückenmarks (und seiner einzelnen Theile), welche nachher mit Hülfe des Mikroskops ausgeführt werden muss.

Von den eben bezeichneten Grundsätzen ausgehend und die genannten Hülfsmittel der Untersuchung benutzend, habe ich die Erforschung des Rückenmarks unternommen; und im Folgenden werde ich mich bemühen, sowohl den specielleren Weg der Forschung selbst, wie die Resultate derselben, nach besten Kräften auseinanderzusetzen.

Die anatomische Technik zerfällt also, nach dem Vorstehenden, in zwei Hauptabtheilungen, und zwar 1) in die Vorbereitung des Rückenmarks zur anatomischen Untersuchung; 2) in die Untersuchung der passend vorbereiteteten Rückenmarkstheile mit Hülfe des Mikroskops. Die Vorbereitung des Rückenmarks selbst aber zerfällt in die folgenden Unterabtheilungen: a) in die der Härtung des Rückenmarks; b) in die der Zerlegung des Rückenmarks in feine Segmente. Als ein Glied der ersten Abtheilung muss noch die Färbung des Rückenmarks bezeichnet werden, und ein Glied der zweiten Abtheilung ist noch (in einzelnen, seltenen Fällen) die weitere Zerlegung der feinen Abschnitte durch

Bearbeitung derselben mit Nadeln unter dem Mikroskop, behufs mechanischer Isolirung einzelner Elemente, so wie (in noch seltneren Fällen) Behandlung der Abschnitte mit verschiedenen chemischen Reagentien, zur Verdeutlichung einzelner Gewebstheile der betreffenden Abschnitte. Da es überdies von Wichtigkeit ist, die angefertigten Segmente des Rückenmarks behufs längerer oder wiederholter Untersuchung zu conserviren, so muss den genannten Gliedern der vorbereitenden anatomischen Technik noch ein weiteres hinzugefügt werden, nämlich die passendste Methode zur Aufbewahrung der feinen Abschnitte behufs mikroskopischer Untersuchung. Alle diese mehr mechanischen Manipulationen und Technicismen sind aber nur die Vorbereitungen zur eigentlichen Erforschung, welche, wie erwähnt, in der passenden mikroskopischen Untersuchung der betreffenden Objecte besteht.

In der ersten Abtheilung der anatomischen Technik zur Untersuchung des Rückenmarks haben wir also die folgenden Glieder zu besprechen: 1) die Härtung des Rückenmarks; 2) die Zerlegung des Rückenmarks in feine Segmente; 3) die Imprägnation des Rückenmarks mit Farbstoffen, und 4) die Aufbewahrung der mikroskopischen Präparate, behufs wiederholter Untersuchung. Alle diese Technicismen sind die nothwendigen Requisite zur Untersuchung des Rückenmarks im Allgemeinen, wie zur Ausführung der verschiedenen besonderen Methoden zur Untersuchung dieses Organs im Speciellen. Es zerfällt daher dieses Buch in folgende Abtheilungen: 1) in die Beschreibung der Untersuchungsmethode des Rückenmarks im Allgemeinen; 2) in die Beschreibung der verschiedenen Methoden der Untersuchung des Rückenmarks im Besondern.

ERSTES CAPITEL.

Ueber die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks im Allgemeinen.

Erster Abschnitt.

Ueber die Vorbereitung des Rückenmarks zur anatomischen Untersuchung.

a. Die Härtung des Rückenmarks.

Das Rückenmark des Menschen (oder eines beliebigen Säugethieres) wird zuerst möglichst frisch und in seiner Totalität, umgeben von seinen unversehrten häutigen Umhüllungen, aus dem Wirbelcanal entfernt. Dies geschieht bei'm Menschen am besten in folgender Weise: Nachdem die, die Wirbelsäule bedeckenden, Weichtheile in bekannter Weise von den Wirbelbogen entfernt worden sind, werden mit einer passenden Doppelsäge, oder einer einfachen Säge, die Wirbelbogen von 4—6 der am meisten prominirenden unteren Rückenwirbel durch zwei parallele, etwa 1″ von einander entfernte, der Länge des Körpers nach geführte, Sägeschnitte durchgesägt und vorsichtig mit einer Zange entfernt,

so dass der hier von hinten geöffnete Wirbelcanal das, die Dura mater des Rückenmarks deckende, Fett und Zellgewebe blosgelegt zeigt. Hierauf wird mit Hülfe von (etwa 12″ langen) sehr starken, durchaus eisernen Meisseln — welche an der einen Seite in der Länge von 2″ in eine scharfe Schneide beilförmig enden (oder auch mit Hülfe des gewöhnlichen Rhachitoms), und deren unteres Ende zum bequemen Handhaben gestielt (also verschmälert und rund) zuläuft — und mit einem starken Hammer ein Wirbelbogen nach dem andern vorsichtig entfernt, dergestalt, dass nach Entfernung der ganzen hinteren knöchernen Decke des Wirbelcanals endlich das Rückenmark, von seiner Dura mater umgeben und von der Cerebrospinalflüssigkeit umspült, in seiner ganzen Länge unversehrt blosgelegt ist. Hiernach löst man mit Scalpell und Pinzette die häutigen Umhüllungen des unteren Rückenmarksendes vom Steissbein und Kreuzbein in der Weise ab, dass man möglichst viel von dem hier befindlichen Binde- und Fettgewebe an der Dura mater ansitzen lässt, und auch die grossentheils blosgelegten Sacralganglien und Nervenstämme ausserhalb des Dura-mater-Sacks mit letzterem in Verbindung abgelöst werden. Diese Nervenstämme resp. Spinal-Nervenwurzeln sammt dem Bindegewebe benutzt man nun als Handhabe, an welcher man den untersten Theil des Dura-mater-Sacks aus dem Wirbelcanal heraus und mit der einen Hand in die Höhe hebt, während die andere Hand mittelst einer Scheere oder eines Messers die Nervenwurzeln und Nervenstämme etc. ausserhalb der Dura mater nach und nach von unten nach oben auf beiden Seiten so durchschneidet, dass endlich das ganze Rückenmark mit seinen Umhüllungen, von der Hand des Zergliederers an dem untersten Ende des Dura-mater-Sacks gehalten, aus dem Wirbelcanale frei herausgehoben ist. Hiernach legt man das Rückenmark wieder in den Wirbelcanal, trennt mit scharfem Messer erst die Dura mater am obersten Halswirbel, und schneidet dann die Medulla oblongata möglichst hoch quer durch; alsdann entfernt man das Rückenmark aus der Leiche, legt jenes in gerader Linie auf einen Tisch, schneidet die Dura mater mit einer Scheere erst an der vorderen, dann an der hinteren Fläche, ihrer ganzen Länge nach (entsprechend der Fissura anterior und posterior des Rückenmarks) in der Mittellinie ein, so dass die Dura mater in zwei Hälften getheilt erscheint, wie eine der Länge nach durchschnittene Röhre. Hierauf befestigt man vermittelst eines starken Bindfadens einen, etwa Wallnuss-grossen, 2 — 4 Unzen schweren, Kieselstein an den untersten Theil der Dura mater oder an einen ihr anhängenden Nervenstamm, während durch die beiden obersten Endränder der Dura mater zwei starke Fadenschlingen (eine in jede Seitenhälfte) gezogen werden. Ist dies geschehen, so wird das so vorbereitete Rückenmark sammt Umhüllungen in einen, mit der alsbald genauer zu bezeichnenden Chromsäure-Lösung angefüllten, starken Glascylinder, von 3 — 4 Fuss Länge und $1^1/_2$ — $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser, dergestalt eingesenkt, dass das unterste Rückenmarksende mit dem angebundenen Kieselstein zuerst eingebracht wird, und allmählig durch seine eigne Schwere, hauptsächlich aber durch die des angebundenen Steines, in den Glascylinder so tief hinabtritt, dass endlich auch der oberste Rand des Rückenmarks ganz bis unter das Niveau der Flüssigkeit in den Glascylinder hineingezogen worden ist. Alsdann steckt man zwei kleine, feste, Holzstäbchen durch die beiden Fadenschlingen, die durch die obersten Endstücke der Dura mater gezogen worden waren, und legt diese Stäbchen parallel, quer, über den oberen Rand des Glascylinders, dergestalt, dass jetzt das Rückenmark, an den beiden Holzstäbchen aufgehängt, frei in der Flüssigkeit des langen Glascylinders schwebt, jedoch durch das Gewicht des unten anhängenden Kieselsteins in einer gewissen Spannung und in gerader Richtung erhalten wird.

Die Flüssigkeit in dem Glascylinder kann destillirtes Wasser, oder gewöhnliches, frisches, kaltes Brunnenwasser sein, in welches man eine geringe Quantität krystallisirter Chromsäure gebracht und durch vorheriges Umschütteln aufgelöst hat, dergestalt, dass die Farbe der Flüssigkeit eine hell weingelbe ist. Es kommt durchaus nicht auf etwas mehr oder weniger der Säure an, doch sind 10 Gran Säure auf 1 Pfund Wasser für's Erste genügend.

So lässt man das Rückenmark 24 Stunden an einem kühlen, schattigen Orte in dem Cylinder

ruhig stehen. Man beobachtet hierbei, dass die Dura mater, zum Theil die Arachnoidea, Nervenwurzeln etc., sich meist weit vom Rückenmarke abheben, und dass die Chromsäurelösung einen freien Zutritt zu den Subarachnoidalräumen und dem Rückenmarke hat. An jedem der folgenden 5—8 Tage bringt man frische Quantitäten crystallisirter Chromsäure in die Flüssigkeit, so dass am zweiten Tage etwa 20 Gran Säure auf 1 Pfund Wasser kommen, und die Lösung endlich wohl eine Unze Säure auf 1 Pfund Wasser enthält. Jedoch ist eine ängstliche Sorge um ein genau bestimmtes Verhältniss der Säure zum Wasser durchaus nicht nöthig. Sobald die Lösung eine intensiv dunkel weingelbe Farbe angenommen hat, setze ich keine frische Säure mehr hinzu. Das Rückenmark bleibt nun in dem Glascylinder, ganz ruhig und unberührt, 14 - 20 Tage stehen [77]). Nach Verlauf der genannten Zeit hebt man das Rückenmark aus dem Cylinder ein wenig empor, und versucht mittelst eines Fingerdrucks auf die Medulla oblongata, ob sich dieselbe gleichmässig hart, wie Wachs, anfühlt. Ist dieses der Fall, dann muss die Härtung als vollendet angesehen werden. Giebt indess die Markmasse dem Fingerdrucke in der Weise nach, dass man die Ueberzeugung erlangt, das Centrum des Marks sei noch weicher als dessen Peripherie, alsdann muss man das Rückenmark noch weitere 8 — 14 Tage in der Härtungsflüssigkeit belassen, bis es den bezeichneten Grad von gleichmässiger Härte in allen seinen inneren und äusseren Schichten erlangt hat, so weit der Fingerdruck zu beurtheilen im Stande ist.

Ist dieses geschehen, alsdann nimmt man das Rückenmark aus der Chromsäurelösung heraus, legt es auf einen Tisch, entfernt den unten angebundenen Kieselstein so wie die Fadenschlingen, und bringt solches nun entweder in seiner Totalität, oder in einzelne grössere und kleinere Stücke zerschnitten, je nach dem beabsichtigten Zwecke der Untersuchung, in ein mit höchst rectificirtem Weingeist (von 97 %) gefülltes passendes Gefäss, um entweder alsbald oder erst nach kürzerer oder längerer Zeit untersucht, d. h. in feine Abschnitte zerlegt oder in anderer Weise zu verschiedenen Zwecken benutzt zu werden. Zwar kann das Rückenmark auch noch länger, selbst mehrere Monate, in der Chromsäurelösung bleiben, ohne dass es deshalb zur Untersuchung untauglich würde. Doch ist das weniger gerathen, wie weiter unten bemerkt werden wird.

Das im Vorstehenden beschriebene Verfahren zur Entfernung des Rückenmarks aus der Leiche, so wie der Härtung, ist von mir aus dem Grunde so genau mitgetheilt worden, weil es als die erste und hauptsächlichste Bedingung anzusehen ist, die bei der Erforschung des Rückenmarks zu erfüllen bleibt, wenn man sich vor Irrthümern bewahren will. Sobald man nemlich nur einen Theil des Rückenmarks aus der Leiche ausschneidet, wird dieses Fragment, wegen seiner Weichheit, auf kürzere oder längere Entfernung von dessen Enden an, in seiner Structur mehr oder weniger verändert, indem einestheils durch den Schnitt, anderntheils durch die übrigen, bei dem Herausnehmen aus der Leiche nöthigen, Manipulationen eine grössere oder geringere Quetschung dieses Rückenmarksstückes bewirkt wird, hauptsächlich aber bei dem nachherigen Einlegen in die Härtungsflüssigkeit alle die, oben pag. 14, ff. ausführlich beschriebenen Veränderungen und Structur-Störungen herbeigeführt werden. Alle diese Mängel aber finden nicht Statt, wenn man das ganze Rückenmark in dem Wirbelcanal in der Art isolirt, dass es von der Dura mater und der Cerebrospinal-Flüssigkeit während der beschriebenen Manipulationen umgeben bleibt, und so gleichsam, innerhalb einer festen Hülle und umspült von einer mehr oder minder mächtigen Flüssigkeits-Schicht, einen sicheren Schutz gegen jeden Druck und jede Quetschung findet, wenn man nur einigermaassen vorsichtig in der Führung der Instrumente und der Handhabung des Rückenmarks selbst zu Werke geht. Sobald man aber durch einen Meisselschlag oder durch einen Scheerenschnitt etc. die Dura mater verletzt hat und die Cerebrospinal-Flüssigkeit ausge-

77) Kommt durch Verdunstung der Flüssigkeit im Glascylinder der obere Theil des Rückenmarks über das Niveau der Flüssigkeit, alsdann wird so viel frische wässerige Chromsäurelösung hinzugefügt, dass der Cylinder wieder bis nahe an den Rand damit gefüllt ist.

flossen ist, alsdann ist man nicht mehr sicher, ein an den verschiedensten Stellen ungequetsches Organ zu erhalten, und hat man gar das Rückenmark selbst durch einen Schnitt, oder mehrere, während des Entfernens verletzt, so erstreckt sich die Wirkung dieses Schnitts in Bezug auf die Störung der Structur des Rückenmarks auf viel weitere Strecken, als man mit dem blossen Auge wahrnehmen kann; und solche Rückenmarke sind alsdann nicht mehr zur Untersuchung zu empfehlen.

Während des Heraushebens des Rückenmarks in allmählig immer längerer Strecke aus dem Wirbelcanal, oder auch nach gänzlicher Entfernung desselben aus der Leiche, muss man sich hüten, dasselbe in eine von dessen natürlicher Lage zu sehr abweichende Richtung zu bringen, dasselbe nicht in engem Zickzack oder winkelig zusammenzulegen, weil auch hierdurch leicht Quetschungen und Störungen seiner feineren Structur bedingt werden. Muss man das Rückenmark nach der Herausnahme aus dem Körper eine längere Strecke transportiren, bevor man es in die Härtungsflüssigkeit bringt, alsdann ist es am besten, solches auf einem grossen flachen Teller oder in einem weiten Glase in einige möglichst grosse Kreiswindungen zu legen. Dass man bei der nachherigen Spaltung der Dura mater mit der Scheere, vor dem Einlegen in die Chromsäurelösung, eine jede Verletzung, bedeutende Zerrung etc. des Rückenmarks sorgfältig vermeiden muss, versteht sich von selbst. Das Anbinden eines Steinchens an das untere Ende der Dura mater, vor dem Einsenken des Rückenmarks in den Glascylinder, ist aus dem Grunde nothwendig, weil das Rückenmark sonst nicht in einer geraden Linie in die Chromsäurelösung hinabsteigen würde, vielmehr verschiedene Windungen und Krümmungen annimmt, die bei der späteren Härtung permanent bleiben und bei der folgenden Untersuchung begreiflicher Weise zu Irrthümern führen müssen, indem die verschiedenen Rückenmarks-Substanzen, die Contouren des Centralcanals etc. dadurch verschoben werden. Die geringe Anspannung des Rückenmarks, welche durch das unten angebundene Steinchen und durch die beiden Fadenschlingen am oberen Ende der Dura mater resp. des Rückenmarks [78]) bewirkt wird, dient trefflich dazu, um das Rückenmark während der Härtung innerhalb des Glascylinders in einer solchen Richtung und Lage zu erhalten, welche der natürlichen gewissermaassen am meisten ähnlich ist.

Was vom Rückenmark des Menschen gilt, muss im Ganzen auch von demjenigen der übrigen Thierklassen angenommen werden, will man anders sicher sein, ein möglichst unverletztes Rückenmark von Thieren zu erhalten und sich vor Irrthümern bei der späteren Untersuchung zu schützen. Ich will im Folgenden einige hierher bezügliche Cautelen zu besprechen nicht unterlassen.

Das ganze Rückenmark vom Kalb [79]) wird am sichersten in folgender Weise unverletzt erhalten: Die Wirbelsäule wird, nach abgetrenntem Kopfe, vom Metzger in der Art der Länge nach mit dem Beil auseinandergehauen, dass der Wirbelcanal nur eben von einer Seite geöffnet ist, das Rückenmark also in seiner ganzen Länge unverletzt bleibt. Man öffnet nun mit Hammer und Meissel, oder mit einem starken Messer und Hammer, den Wirbelcanal an allen Stellen so weit, dass das Rückenmark ohne Quetschung aus demselben herausgenommen werden kann. Diess letztere geschieht am besten in folgender Weise: Man fasst mit der einen Hand den obersten Rand der Dura mater des Rückenmarks im obersten Halswirbel, bedient sich dieses Theils der harten Haut als einer Handhabe,

[78]) Wenn man bei Entfernung des Rückenmarks aus der Leiche ausser den Wirbelbogen auch noch das Hinterhauptsbein wegnimmt, und nach Entfernung des kleinen Gehirns die ganze Medulla oblongata an dem Rückenmark anhängend mit letzterem aus der Leiche nimmt, so kann man eine Fadenschlinge auch durch den obersten Theil der Medulla oblongata ziehen, wodurch auch der oberste Halstheil des Rückenmarks vor einer Krümmung während des Härtens bewahrt wird, — ein Verfahren, welches ich in den meisten Fällen anwende.

[79]) Da das Kalbs-Rückenmark wegen seiner natürlichen derben Consistenz sich vielleicht besser als das Rückenmark irgend eines anderen Säugethieres zur anatomischen Untersuchung eignet (während das Rückenmark vom Schwein, Hammel etc. viel zu weich sind, und daher alle die hieraus entspringenden Nachtheile bei der Untersuchung in weit höherem Grade darbieten) und deshalb wohl von künftigen Forschern vorzugsweise benutzt werden dürfte, so habe ich die Entfernung des Kalbs-Rückenmarks aus dem Wirbelcanal mit Absicht umständlicher beschrieben.

an welcher man das Rückenmark ein wenig anzieht, um die Spinal-Nervenwurzeln an deren Eintrittsstelle in die Intervertebral-Löcher (also ausserhalb der Dura mater) mit einem spitzen und scharfen Messer abzutrennen. Nach Maassgabe der Abtrennung dieser Verbindungen der Dura mater (mit den Wirbeln durch die Spinal-Nervenwurzeln) zieht man dieselbe sammt dem von ihr umschlossenen Rückenmark allmählig in immer grösserer Strecke aus dem Wirbelcanale heraus. Besondere Vorsicht, dass das Rückenmark nicht gequetscht werde, ist bei der Isolirung der Brust- und Lenden-Anschwellung nothwendig; der Wirbelcanal muss also gerade an diesen Stellen recht weit eröffnet sein, während der Hals- und Dorsaltheil des Rückenmarks sich auch schon durch eine relativ schmale Spalte des Wirbelcanals entfernen lässt. Hat man endlich das ganze Rückenmark bis zum Schwanze aus dem Wirbelcanale entfernt, alsdann muss man, wenn auch das Filum terminale in möglichst langer Strecke erhalten werden soll, mit grosser Vorsicht die obersten Schwanzwirbel mit Messer und Hammer öffnen und durch behutsames Ziehen die Cauda equina, umgeben von der Dura mater, bis in die ersten Schwanzwirbel isoliren, alsdann abschneiden. Im Uebrigen verfährt man mit dem Kalbs-Rückenmark, wie bei dem Menschen-Rückenmark angegeben worden ist.

Eben so wie bei'm Kalbe verfährt man auch bei den übrigen Säugethieren dieser Grösse, Hammel, Schwein etc. Das Rückenmark von grösseren Säugethieren, vom Ochsen, Pferd etc. in seiner ganzen Länge unversehrt in gleicher Weise zu isoliren, ist theils zu schwierig, theils ist auch nicht wohl ein Gefäss von genügender Länge zu erhalten, in welchem man die Härtung eines solchen ganzen Rückenmarks vornehmen könnte. Man muss daher bei der Untersuchung des Rückenmarks von so grossen Thieren sich auf dessen stückweise Entfernung u. s. w. beschränken, und bei der Untersuchung hauptsächlich nur die von den Schnittgränzen der betreffenden Stücke entfernteren mittleren Schichten berücksichtigen, als solche, welche am wenigsten durch die Entfernung aus dem Thierkörper in ihrer Textur verändert worden sind.

Das Rückenmark kleinerer Säugethiere, des Hundes, der Katze etc. entfernt man im Ganzen unter Berücksichtigung der gleichen Grundsätze, wie sie eben für das Menschen-Rückenmark und das der grösseren Säugethiere ausgesprochen worden sind. Zur Entfernung der Wirbelbogen bedient man sich hier am besten der Knochenzange. Das Rückenmark von noch kleineren Säugethieren, z. B. der Ratte, Maus u. s. w. legt man sammt der von hinten geöffneten Wirbelsäule in die Härtungsflüssigkeit. Hierdurch gelingt es, das Rückenmark in seiner natürlichen Lage und Richtung zu erhalten. Ausserdem ist es auch bei dem Rückenmark aller kleineren Säugethiere, wie bei demjenigen der anderen Wirbelthierclassen, unumgänglich, die Concentration der Chromsäurelösung nicht so stark zu machen, wie bei'm Menschen- und Kalbs-Rückenmark. Je kleiner der Durchmesser eines Rückenmarks ist, um so schwächer braucht die Chromsäurelösung zu sein, d. h. um so weniger bedarf es des Zusatzes von Chromsäure nach dem 2. oder 3. Tage der Einlegung in die Härtungsflüssigkeit. Doch sei man auch hierbei nicht zu ängstlich wegen der Proportion der Säure zum Wasser besorgt.

Das Rückenmark der Vögel ist im Ganzen viel schwieriger zu isoliren als das der Säugethiere, weil die Cerebrospinal-Flüssigkeit in so auffallend geringer Menge bei diesen Thieren vorhanden ist, dass das Rückenmark den Wirbelcanal fast ganz ausfüllt. Versucht man daher auch noch so vorsichtig mit Meissel und Hammer, Knochenzange oder Messer, den Wirbelcanal dieser Thiere in seiner ganzen Länge zu öffnen, so wird man das Rückenmark an zahlreichen Stellen zerreissen oder quetschen, oder wenigstens verwunden. Nach meinen Erfahrungen halte ich es daher für am besten, das Vogel-Rückenmark nicht ganz von seiner knöchernen Hülle zu entblössen, sondern nur zu einem guten Theile, und solches sammt dem grössten Theile seiner Knochenhülle in die Härtungsflüssigkeit zu legen. Ich entferne daher alle die Weichtheile von der Wirbelsäule, und lasse von letzterer um das Rückenmark herum eine nur dünne Knochenschicht; die Wirbelkörper selbst bleiben sämmtlich unverletzt, die Wirbelbogen werden mit dem scharfen Meissel vorsichtig an den meisten Stellen entfernt. Einzelne

Knochenbrücken derselben (selbst breitere) können stehen bleiben; ich lege alsdann die ganze Wirbelsäule sammt Rückenmark in die Chromsäurelösung, oder schneide jene ausnahmsweise in 2—3 Stücke, damit die Härtungsflüssigkeit von mehreren Punkten aus zu dem Rückenmark gelangen kann. Da die Chromsäure den Kalkgehalt der Knochen zum guten Theil auflöst, so kann nach einiger Zeit (8—10 Tagen) die das Rückenmark deckende Knochenmasse mit Hülfe eines starken Messerchens leicht weggeschnitten und so fast das ganze Rückenmark (bis auf seine vordere Fläche) von der Knochenhülle befreit werden. Mit den Wirbelkörpern lässt man aber das Rückenmark in Verbindung und benutzt solche absichtlich als Handhabe, zur bequemeren Manipulation mit dem Rückenmarke.

Das Rückenmark der Fische ist bei manchen, namentlich bei allen grösseren Knochenfischen, wegen der geringen Menge umgebender Cerebrospinal-Flüssigkeit, schwierig bloszulegen, und wird wegen seiner Weichheit nur zu leicht bei der versuchten Isolirung verletzt. Es ist daher nothwendig, dasselbe in dem Wirbelcanal zu belassen, während man es in die Chromsäurelösung einlegt. Nur muss der Wirbelcanal an mehreren Stellen, oder durch Abschneiden des Kopfs am obersten Theile wenigstens, geöffnet sein. Bei Knorpelfischen, z. B. bei Torpedo, u. s. w., ist die Eröffnung des Wirbelcanals mit dem Messer sehr leicht, und da die Cerebrospinal-Flüssigkeit in grosser Menge vorhanden ist und die Wirbelsäule eine sehr weite Kapsel um das Rückenmark herum bildet, so kann man hierbei das Rückenmark an seiner ganzen hinteren Fläche und den Seiten leicht bloslegen. Indessen ist es auch hier nicht gerathen, das Rückenmark ganz aus dem Wirbelcanal herauszunehmen und in die Chromsäurelösung einzulegen, sondern man lässt es in situ und legt es sammt der geöffneten Wirbelsäule in die Härtungsflüssigkeit. Bei Fischen, die ein sehr kleines Rückenmark haben, wie bei Petromyzon, ist es gar nicht nöthig, die Wirbelsäule zu eröffnen. Man entfernt die Eingeweide und legt den ganzen Fisch in die Chromsäurelösung, welche letztere bald alle Gewebe durchdringt, und eben so auch das Rückenmark. Will man die Härtung bald (nach 8—14 Tagen) vollendet haben, so kann man die Wirbelsäule in der Mitte durchschneiden, alsdann hat die Chromsäure directen Zutritt zum Rückenmark.

Bei den Amphibien (Fröschen) ist es ebenfalls nothwendig, das Rückenmark in dem Wirbelcanal zu lassen, während es in der Chromsäurelösung liegt. Man öffnet am besten die Wirbelsäule von hinten, was mit einer passenden kleinen Kneipzange ohne irgend welche Verletzung des (von einer grossen Menge von Cerebrospinal-Flüssigkeit umgebenen) Rückenmarks leicht geschehen kann, und legt den ganzen so präparirten, nur allenfalls des Kopfs und der Eingeweide beraubten, Frosch in die Chromsäurelösung ein. Man kann auch die Wirbelsäule von vorn (durch Wegnahme der Wirbelkörper) öffnen, doch zieht sich dann die Wirbelsäule (und mit ihr auch das Rückenmark) in der Chromsäurelösung viel leichter und bedeutender krumm, als wenn sie nur von hinten geöffnet ist.

Hat das Rückenmark der kleineren (wie grösseren) Säugethiere, Vögel, Fische und Amphibien den nöthigen Grad der Härte in der Chromsäure erlangt, was man durch das Gefühl mit dem Finger, durch Uebung und Erfahrung bald erkennen lernt [80]), alsdann nimmt man dasselbe aus der Chromsäure heraus [81]), und bringt es, wie das bei dem Menschen-Rückenmark erwähnt worden ist, ganz oder in

[80]) Je schwächer die Chromsäurelösung war, um so länger muss das Rückenmark darin verweilen, wenn es den nöthigen Grad der Härte erlangen soll. Bei dem Rückenmark der kleineren Thiere, besonders der Vögel, Fische und Amphibien, ist es immer besser, die Concentration der Härtungsflüssigkeit lieber zu schwach als zu stark zu nehmen. In letzterem Falle wird das Rückenmark zu hart, spröde und brüchig, und eignet sich nachher nicht mehr zu feinen Segmenten. Bei dem Rückenmark dieser Thiere nehme ich daher niemals eine stärkere Lösung, als eine solche von mässig gesättigter weingelber Farbe.

[81]) Man kann zwar auch nach geschehener genügender Härtung das Rückenmark (vom Menschen wie von allen übrigen Wirbelthieren) noch länger, Monate und selbst Jahre lang, in der Chromsäurelösung belassen. Doch ist das weniger zu empfehlen, weil durch das längere Liegen in der Chromsäure, wenn die Lösung sehr concentrirt war, das Rückenmark nach etwa 6 Monaten und länger so spröde und brüchig wird, dass es nicht mehr zu feinen Abschnitten brauchbar ist, indem sich die Abschnitte zusammenrollen und durch kein mir bekanntes Mittel zur Entrollung (ohne Verletzung) zu bringen sind

mehrere Stücke zertheilt, in ein passendes Gefäss mit höchst rectificirtem Weingeist (97 %). Unmittelbar hiernach [82]) ist jedes der so behandelten Rückenmarke passend vorbereitet, um in feine Abschnitte zerlegt zu werden.

b. Die Zerlegung des Rückenmarks in feine Segmente.

Je nachdem man von irgend einem beliebigen oder von einem genau bestimmten Theil des Menschen- oder Säugethier-Rückenmarks einen feinen Quer- oder Längs-Abschnitt machen will, kann man von dem in toto gehärteten und in Weingeist gelegten, oder in grösseren Stücken nach dem Härten in Alkohol aufbewahrten [83]), Rückenmark ein beliebig langes, bequem zu handhabendes Stück, von $\frac{1}{2}$ — 1 — 2 Zoll Länge z. B., mit scharfem Messer abtrennen; und dieses zerlegt man in die feinsten Segmente auf die folgende Weise:

Ein hohl geschliffenes, sehr gut polirtes und möglichst scharf schneidendes Rasirmesser, dessen Klinge von der Ferse gegen die Spitze hin ein wenig an Breite zunimmt, wird auf beiden Flächen (die von allen anhängenden Unreinigkeiten frei sein müssen) mittelst eines Pinsels mit Alkohol befeuchtet, und ausserdem wird auf die obere Fläche der Klinge vor dem Beginn des Schnitts möglichst viel Alkohol aufgetröpfelt, so dass auf dieser gewissermaassen ein Strom der genannten Flüssigkeit befindlich ist. Das betreffende Rückenmarksstück wird nun mit den Fingern der einen Hand so gehalten, dass der Zeigefinger derselben möglichst frei bleibt, und, halb ausgestreckt, dem von der andern Hand geführten Rasirmesser als stützende und zum Theil leitende sichere Unterlage dient. Die Schneide des Messers wird alsdann in dem gewollten Winkel, und zwar an der Ferse der Klinge, je nach Anfertigung eines Quer-, Längs- oder Schräg-Abschnitts, gehörig an das Rückenmarksstück angesetzt und in stetigem Zuge fortgeführt bis zum Ende der Schneide, so dass die ganze Länge der Schneide von einem Ende bis zum andern nach und nach in Wirkung gesetzt wird. Der hierdurch gewonnene Abschnitt muss so dünn sein, dass man durch ihn hindurch während des Schneidens immer die Politur der Messerklinge gewahrt. Hat man mittelst des einen Zuges der Schneide nur einen Theil des gewünschten Abschnitts erlangt, und der andere sitzt noch ungetrennt, so zieht man die Schneide von der Schnittgrenze ein wenig zurück und führt das Messer in entgegengesetzter Richtung, während das bereits abgetrennte Stück des anzufertigenden Segments auf der Fläche der Klinge gleichsam in dem darauf befindlichen Weingeist schwimmt, wieder bis zur Ferse der Klinge, setzt dann die Schneide wieder an, wie zu Anfang des Schnitts, den man nun durch einen zweiten Zug, und wo nöthig durch einen dritten und vierten, vollendet. Liegt der Abschnitt frei auf dem Messer, so neigt man dasselbe über eine Glasplatte und lässt den Weingeist (der grösstentheils auch während des Schneidens abfliesst) gänzlich ablaufen. Mit letzterem geht der Abschnitt selbst gewöhnlich auf die

Doch habe ich in schwachen Chromsäurelösungen das Rückenmark kleinerer Thiere, z. B. von Vögeln, Fischen, noch nach Verlauf mehrerer Jahre, seit der Einlegung, völlig brauchbar zu feinen Abschnitten gefunden.

[82]) Durch das Einlegen in Alkohol erreicht man den doppelten Zweck: 1) von dem Rückenmark die Chromsäure abzuspülen, welche bei der späteren Zerlegung in Abschnitte das Rasirmesser rasch angreifen und verderben würde; 2) das Rückenmark in einem Medium zu erhalten, worin es länger als in Chromsäure selbst zur Zerlegung in feine Abschnitte brauchbar bleibt.

[83]) Rückenmarksstücke länger als $\frac{1}{2}$ Jahr nach dem Einlegen in Alkohol zu benutzen ist im Allgemeinen nicht räthlich, weil durch den Alkohol nach und nach immer mehr Cholestearin aus dem Rückenmark ausgezogen und gefällt, das Rückenmark gleichsam ausgelaugt wird. Indessen findet man oft noch Rückenmarksstücke, die mehrere Jahre, nach Härtung in Chromsäure, in Alkohol aufbewahrt wurden, ganz brauchbar (namentlich Ochsen- und Kalbs-Rückenmark), wenngleich sie eine seifenartige Consistenz angenommen haben. In jedem Falle muss man das betreffende Rückenmarksstück vor dem Anfertigen der Abschnitte erst in ein kleines Gefäss mit reinem Weingeist legen, und alle aussen anhängenden Niederschläge von Chromoxyd, Cholestearin u. s. w. abspülen, oder noch besser mit einem in Alkohol getauchten Pinsel wegschwemmen, um eine jede fremdartige Beimischung von den anzufertigenden Abschnitten fern zu halten.

Glastafel über, und falls er auf dem Messer zurückbleibt, so wird derselbe mittelst eines in Alkohol getauchten Malerpinsels von der Messerfläche vorsichtig auf die Glastafel abgeschwemmt, oder mit einer Staarnadel auf die Glastafel gebracht, und, wenn er nicht ganz glatt liegt, unter Zusatz von Alkohol mit dem Pinsel oder der Nadel vorsichtig entfaltet und dann zur mikroskopischen Untersuchung weiter behandelt, wie später angegeben werden wird.

Das hier Gesagte gilt im Allgemeinen von einem jeden Abschnitt, mag er vom Rückenmark des Menschen oder irgend eines Wirbelthiers genommen werden, mag die Richtung des Schnitts die eine oder die andere sein. Es sind aber folgende Cautelen bei diesen Abschnitten noch zu beachten:

1) Wenn man das Rasirmesser an das Rückenmark ansetzt, ohne dass dessen untere Fläche von dem Zeigefinger der andern Hand gestützt und geleitet wird, resp. ohne dass die untere Messerfläche auf einer sicheren Grundlage sich fortbewegen kann, so wird man niemals den Abschnitt von einer gleichmässigen Dicke resp. Feinheit erlangen, weil die stetige Führung des Messers in einer gewollten Richtung unter diesen Umständen fast eine Unmöglichkeit genannt werden muss. Die gleichmässige Feinheit oder Dicke des Abschnitts ist aber die erste Bedingung seiner Brauchbarkeit, weil solche Segmente, die an einer Stelle sehr dünn, an anderen Stellen dicker sind, nur sehr unvollkommene, wenig oder gar nicht brauchbare Bilder bei der nachherigen mikroskopischen Untersuchung geben.

2) Das Befeuchten des Rasirmessers an beiden Flächen, hauptsächlich aber die Anwesenheit einer möglichst grossen Menge Alkohols auf der oberen Fläche der Klinge ist, sowohl des besseren Durchgleitens der Messerklinge durch die Rückenmarkssubstanz wegen, als auch aus dem einen Grunde eine unerlässliche Bedingung, weil der Alkohol zwischen der oberen Fläche der Messerklinge und dem bereits abgetrennten Theile des Segments eine flüssige Schicht bildet, die das Ankleben des Segments an die Messerklinge — wodurch bei deren Fortbewegung eine Zusammenfaltung und dann eine Zerreissung des feinen Abschnitts bedingt wird — verhütet. Durch diese Flüssigkeit wird das Segment, wie oben gesagt, förmlich schwimmend auf der oberen Messerfläche erhalten, die Faltung desselben verhütet, und überhaupt jede Störung während der Ausführung des Schnitts am besten vermieden, so dass ein an allen seinen Theilen gleichmässig dickes Segment, wenn auch nicht absolut, doch am ersten in dieser Weise erzielt wird. Wenn daher während des Schneidens, und noch vor Beendigung des Abschnitts, der Alkohol von der oberen Messerfläche ganz abgeflossen ist, so thut man am besten, durch Auftröpfelung einer neuen Menge die verlorene zu ersetzen, wobei es freilich nöthig ist, das Messer wieder ganz vom Rückenmark zu entfernen.

3) Ist durch einen Messerzug der Abschnitt nicht vollendet, so darf man ja nicht durch Weiterführung der Schneide in entgegengesetzter Richtung, gleichsam sägeförmig, den Abschnitt beenden wollen. Hierdurch würde man sicherlich eine auffallende Ungleichheit in der Dicke des Segments bewirken, und letzteres würde ganz oder fast ganz unbrauchbar; vielmehr ist das oben bezeichnete Verfahren vorzuziehen.

4) Während das Rückenmark vom Menschen und grösseren Wirbelthieren einen genügenden Umfang und Härte hat, um bei'm Anfertigen der Abschnitte mit der blossen Hand gehörig erfasst und gehandhabt zu werden, sind dagegen die Rückenmarke von kleineren Säugethieren, Vögeln, Fischen und Amphibien nicht umfänglich genug, als dass sie — ohne während des Schnitts durchzubrechen, einzuknicken, oder sich sonstwie durch den Druck der sie haltenden Hand zu verbiegen — mit der blossen Hand genügend gehalten werden könnten, und bieten also auch nicht genügende Festigkeit oder genügenden Widerstand bei dem Messerschnitt dar, — da das Rasirmesser immer unter gewissem, ziemlich starken, Druck auf die Fläche, von welcher der Abschnitt genommen wird, nach unten wirkt. Bei solchen Rückenmarken ist es daher am besten, dass sie in dem Wirbelcanal belassen werden, welcher meist eine genügende Handhabe darbietet und sie gegen den Fingerdruck schützt, wenn man z. B. Querabschnitte und manche Längsabschnitte anfertigen will. Hierbei nimmt man von den

Wirbelknochen nur eben so viel weg, dass das Rückenmark $^1/_2 - ^1/_8$ Zoll (für Querabschnitte) oder etwas mehr (für gewisse Längsabschnitte) ringsum frei vorstehend ist, resp. aus dem Wirbelcanal hervorragt [84]).

Noch bequemer aber ist folgendes Verfahren: Das aus dem Wirbelcanal ganz herausgenommene Rückenmarksstück wird zwischen zwei, der Länge nach auseinandergeschnittene, also in zwei gleiche Hälften getheilte, in Weingeist gehärtete, 2 — 3 Zoll lange Stücke vom Rückenmark eines Kalbs gelegt, und diese letztgenannten dienen so als Hülle und Handhabe für das zu zerlegende kleinere Rückenmark. Man fasst dann Alles mässig fest zusammen und verfährt so, als ob man blos von den wieder zu einem Stück vereinigten Hälften des Kalbs-Rückenmarks allein Abschnitte machen wollte. Die weisse Farbe des in Weingeist allein gehärteten Kalbs-Rückenmarks sticht von dem zwischenliegenden, in Chromsäure gehärteten, gelben Rückenmark so auffallend ab, dass man nicht in den Fall einer Verwechselung bei nachheriger Sonderung der Segmente und Untersuchung derselben kommt. Ist das zu untersuchende Rückenmark von sehr geringer Dicke, oder gar bandartig platt, wie bei Petromyzon, so kann man es ohne Weiteres zwischen die zwei Hälften des Kalbs-Rückenmarks einlegen; ist es aber etwas dicker, und verhinderte es also ein ziemlich genaues Aneinanderlegen der beiden Hälften vom Kalbs-Rückenmark, so ist es am besten, die letzteren entsprechend mit dem Messer auszuhöhlen, oder zuerst ein Stückchen Holz von der Dicke des zu untersuchenden Rückenmarks zwischen die beiden Hälften des Kalbs-Rückenmarks einige Minuten lang so fest zu fassen, oder gepresst zu halten, dass durch den Druck des Holzes in den Rückenmarkshälften zwei entsprechende Rinnen gebildet werden, in welche man nachher das zu untersuchende Rückenmark einlegt; alsdann kann man die beiden Hälften des Kalbs-Rückenmarks sammt jenem compact zusammenfassen, ohne das Chromsäurepräparat zu quetschen, und kann mit Leichtigkeit die gewollten Abschnitte fertigen. Dieses Verfahren eignet sich zwar vorzugsweise für die Anfertigung von Querabschnitten; doch kann solches eben so wohl auch zur Bereitung von Längsabschnitten mit den nöthigen Modificationen benutzt werden. Bei der Zerlegung des Filum terminale sämmtlicher Thierclassen (auch des Menschen) ist dieses Verfahren sehr vortheilhaft.

Dass man bei allen Abschnitten — sofern man nicht von einer natürlichen Oberfläche aus die Schnitte beginnt — durch einen gut geführten passenden Schnitt sich eine gute ebene Schnittfläche vorbereiten muss (die obere Fläche des ersten anzufertigenden Abschnitts), bevor man den ersten Abschnitt nimmt, das versteht sich von selbst.

Die übrigen Cautelen, welche bei der Vorbereitung der verschiedenen Quer- und Längsabschnitte aus den verschiedenen Rückenmarks-Regionen bei den verschiedenen Thierclassen zu beobachten sind, werde ich im folgenden Abschnitt am passenden Orte mittheilen.

c. Die Imbibition des Rückenmarks mit Farbstoffen.

Um einzelne Elemente des Rückenmarks in den betreffenden Segmenten vorzugsweise dem Auge sichtbar oder auffallend zu machen, kann man solche durch Carmin (carminsaures Ammoniak) roth, oder durch den sogenannten Indigo-Carmin (wie solcher in den Kattundruckereien gebraucht wird) blau färben [85]). Die Erfahrung zeigt nämlich, dass im Rückenmark manche Elemente vorzugsweise leicht und rasch, andere wieder gar nicht oder nur sehr langsam von verschiedenen Farbstoffen imprägnirt

[84]) Dieses Verfahren ist besonders bei Anfertigung von Querabschnitten aus der Sacralanschwellung der Gans, des Puters etc. zu empfehlen.

[85]) Es giebt gewiss ausser der Chromsäure etc. eine grosse Anzahl passender Farbstoffe zu vorliegendem Zwecke. Ich habe aber nur über die hier bezeichneten eigne Erfahrungen gemacht.

werden. Dieser Umstand gestattet uns, solche feine Abschnitte aus dem Rückenmark zu erlangen, in welchen gewisse Theile intensiv gefärbt oder farblos sind.

Wenn man ein in Chromsäure völlig gehärtetes Stück Rückenmark vom Menschen, oder irgend einem Wirbelthiere, aus der Härtungsflüssigkeit herausnimmt, dann mit Fliesspapier abtrocknet und jenes in eine concentrirte Auflösung von carminsaurem Ammoniak [86]) einlegt, alsdann färbt sich nach Verlauf von 1 — 8 Tagen (d. h. schon von der ersten Minute, resp. $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde an [87]), und immer mehr, je länger das Rückenmark mit der Lösung in Contact ist) in den zunächst von der Flüssigkeit berührten Schichten alles Bindegewebe, die Blutgefässe, die Nervenzellen dergestalt, dass vor Allem die graue Substanz in toto dem blossen Auge gefärbt erscheint, während die weisse Substanz noch anscheinend gar keine Farbe aufgenommen hat. Macht man einen feinen Querabschnitt von der äussersten Schnittfläche des Rückenmarks, alsdann findet man in den einzelnen Nervenzellen bald nur die Nuclei und Nucleoli farblos, während das Nervenzellen-Parenchym intensiv roth gefärbt ist, bald findet man gleichzeitig die Nucleoli, die Nuclei und das Nervenzellen-Parenchym sammt Fortsätzen mit der rothen Farbe imprägnirt und prächtig von ihrer Umgebung abstechend; in der weissen Substanz sind die Axencylinder der Nervenprimitivfasern mehr oder weniger gefärbt, nicht aber deren sog. Mark und Hülle. Je weiter von der äusseren Oberfläche des betreffenden Rückenmarksstücks entfernt, desto geringer ist die Färbung wahrnehmbar. Lag das Rückenmarksstück 1 — 3 Tage in der färbenden Flüssigkeit, so ist die Färbung der grauen Substanz schon sehr intensiv und erstreckt sich auf ziemlich tiefe Schichten, während die weisse noch wenig aufgenommen hat (nur die Axencylinder der Nervenprimitivfasern der oberflächlichen Schicht). Macht man jetzt einen Querabschnitt aus den oberflächlichsten Schichten, alsdann erscheint in diesen die graue Substanz dem blossen Auge wie injicirt mit rother Farbe, durch und durch, während die weisse beinahe unverändert gelb, wie vor dem Einlegen in die Färbungs-Flüssigkeit, aussieht. Unter dem Mikroskop sieht man dann die sämmtlichen Nervenzellen der grauen Substanz, sehr schön auch die isolirten Nervenzellen der weissen Substanz, roth gefärbt [88]), eben so die Axencylinder der Nervenprimitivfasern in grauer wie in weisser Substanz in kürzeren oder längeren Strecken; dagegen Mark und Hülle der Nervenprimitivfasern überall farblos (wie auch schon oben pag. 875 erwähnt). Je tiefer die Abschnitte fallen, d. h. je entfernter von der Oberfläche die Abschnitte genommen werden, um so mehr vermindert sich die Intensität und Extensität der Färbung, bis man endlich nur noch einzelne Nervenzellen der Vorderhörner und die gelatinöse Substanz, endlich auch diese nicht mehr gefärbt findet. In dieser Weise kann man sich beliebig Abschnitte verschaffen, in denen die sämmtlichen Nervenzellen etc., oder nur einzelne gefärbt erscheinen, je nachdem man die Dauer der Einwirkung der färbenden Flüssigkeit abkürzt oder verlängert, bevor man die Abschnitte nimmt, die übrigens ganz so angefertigt werden, wie oben beschrieben worden ist,

[86]) Zu einer Unze destillirten Wassers wird 1 Gran feinsten Carmins zugesetzt, das Glas tüchtig umgeschüttelt, dann 1 Tropfen reines (caustisches) Ammoniak hinzugefügt, wiederholt umgeschüttelt, bis der Carmin völlig aufgelöst und das Ganze eine intensiv dunkelrothe gleichmässige Farbe angenommen hat. Die Quantität des Carmins kann auch grösser oder kleiner sein; es ist eine ängstliche Sorge um ein bestimmtes Verhältniss der verschiedenen Bestandtheile der Carminösung gar nicht vonnöthen. Gewöhnlich bringe ich in ein Glas mit Wasser so viel Carmin, bis die Farbe gesättigt hellroth ist; dann setze ich einige Tropfen Ammoniak hinzu, wodurch die Farbe anfangs violett, dann gesättigt dunkelroth wird.

[87]) Legt man feine Segmente von in Chromsäure gehärtetem Rückenmark in die Carminlösung, so findet man schon nach 2 — 5 Minuten die grossen Nervenzellen intensiv roth gefärbt, sowohl das Parenchym wie den Nucleus und Nucleolus. Nach einer halben Stunde ist die Färbung bereits ganz intensiv. Das Nervenzellen-Parenchym färbt sich nicht immer gleichmässig intensiv, an einzelnen Stellen dunkler, an andern heller; oft sind die Fortsätze viel heller als das Parenchym, die Nervenzellenhülle oft dunkler, der Kern scheint oft dunkler, bei starken Vergrösserungen (360) findet sich das aber nicht; der Kern ist in der Regel nicht dunkler als das Nervenzellen-Parenchym.

[88]) Solche isolirte rothe Nervenzellen inmitten der übrigens ungefärbten Fasern der weissen (Vorder-, Seiten-, Hinter-) Stränge nehmen sich ungemein schön aus und eignen sich vorzüglich zum Beweis des Vorkommens der Nervenzellen grösster Gattung in der weissen Rückenmarkssubstanz.

gleich als ob das betreffende Rückenmarksstück gar nicht in einer anderen Flüssigkeit als der Chromsäure gelegen hätte. Hatte man das Rückenmarksstück nach der Härtung in Chromsäure schon in den Weingeist eingelegt, so lässt man solches, vor dem Einlegen in die färbende Flüssigkeit, einige Minuten lang liegen, damit der Alkohol verdunstet; die Färbung geht alsdann um so besser und rascher vor sich.

Alles was ich von der Wirkung der Carminlösung gesagt, gilt auch von der Indigo-Carminlösung. [89]) Doch ist die durch letztere erzeugte blaue Farbe bei weitem nicht so schön und dem Auge so wohlthuend als die rothe.

Je dicker das Rückenmark ist, um so längere Zeit braucht die färbende Flüssigkeit zu dessen völliger Imprägnation, und umgekehrt. Das Rückenmark vom Menschen, Kalb und andern Wirbelthieren dieser Grösse kann immerhin 8—14 Tage in der Carminlösung liegen, bevor man eine grössere Anzahl von genügend gefärbten Segmenten (auch aus den tieferen Schichten) erlangen kann. Das Rückenmark kleinerer Thiere bedarf kürzerer Zeit; z. B. das von Petromyzon ist schon nach 2 bis 3 Tagen durch und durch imprägnirt. Ein längeres Liegenlassen des Rückenmarks in der Carminlösung, selbst während vieler Monate, schadet durchaus nichts; die anfangs gesättigte Carminlösung wird dann allmählig heller, indem die färbenden Theile sich grösstentheils in dem Rückenmarke ablagern. Von solchen sehr dunkel roth gefärbten Rückenmarken muss man dann die Abschnitte ganz besonders dünn machen; alsdann bieten sie ein oft überraschend schönes Bild. Das Rückenmark der Fische und Amphibien imbibirt sich besonders rasch und leicht; der electrische Gehirnlappen vom Torpedo ebenfalls, und feine Abschnitte davon bieten prächtige Bilder der roth gefärbten grossen Nervenzellen.

Die Färbung der betreffenden Theile mit Carmin lässt viele Nervenzellen (z. B. die colossalen spindelförmigen Zellen im grauen Vorderhorn des Petromyzon) in den Abschnitten weit besser hervortreten, als in Abschnitten aus nicht gefärbten Chromsäure-Präparaten; die centralen Bahnen der Spinalnerven im Rückenmark, besonders innerhalb der gelatinösen Substanz und dem grauen Hinterhorn des Menschen-, Kalbs- etc. Rückenmarks, stechen durch ihre Farblosigkeit (s. o. p. 872) oft prächtig ab, und lassen sich weit sicherer verfolgen, als an nicht gefärbten Chromsäure-Präparaten, die breiten Nervenprimitivfasern in der hinteren Commissur lassen sich ebenfalls an jenen besser erkennen u. s. w.

Die Färbung des Rückenmarks wird daher, so scheint es mir, künftig eine wichtige Rolle bei dem Unterricht spielen, obwohl ich nicht unerwähnt lassen darf, dass die sorgfältige Untersuchung ungefärbter Chromsäure-Präparate alle die betreffenden Verhältnisse eben so genau erkennen lässt. Die Färbung bietet nur gleich auf den ersten Blick die Bilder in überzeugenderer Weise dar. So wird man vielleicht von der präformirten Existenz des Axencylinders durch nichts überraschender überzeugt, als wenn man z. B. an einem Vogel- oder Fisch-Rückenmark (wie am Menschen- etc. Rückenmark) den Axencylinder einer isolirten Nervenprimitivfaser auf lange Strecken intensiv roth gefärbt sieht, während die ihn umgebenden Elementarröhrchen des Nervenmarks und der Nervenprimitivfaser-Hülle durchaus ungefärbt sind, oder während ein kurzer oder langer Theil des gefärbten Axencylinders aus seiner ungefärbten Umhüllung hervorragt. Nicht minder dürfte die Färbung manchen Beitrag zur Erkenntniss der Bedeutung der Nervenzellen, sowie ihrer einzelnen Theile und ihrer Functionen, liefern, indem die so auffallende Imbibition des Nervenzellen-Parenchyms, mit Ausschluss des Nucleus und Nucleolus, in gewissen, mit aller Sicherheit von mir beobachteten, Fällen einen wichtigen Fingerzeig für künftige Forschungen abgiebt.

[89]) Der Indigo-Carmin bildet — wenn feucht — eine Extract-ähnliche, oder — wenn trocken — bröcklige Masse, die sich sehr leicht in Wasser auflöst. Man bedarf nur geringer Quantitäten, um eine tief gesättigte blaue Lösung zu erhalten.

d. Ueber die Aufbewahrung der Rückenmarks-Abschnitte (feinen Segmente) behufs wiederholter mikroskopischer Untersuchung.

Wenn das feine Segment des Rückenmarks — wie im Vorausgehenden beschrieben — mit dem Rasirmesser angefertigt, und auf die Glastafel (Objectträger) gebracht worden ist, so braucht dasselbe nur mit einem passenden Deckgläschen gedeckt und unter das Mikroskop gebracht zu werden, um sofort zur weiteren Erforschung zu dienen. Die Untersuchung eines solchen Abschnitts kann selbst stundenlang fortgesetzt werden, wenn man den verdunstenden Alkohol mittelst eines Pinselchens etc. ersetzt; oder wenn man statt dessen einige Tropfen einer concentrirten Chlorcalciumsolution hinzufügt, so kann man das Präparat mehrere Tage lang (vorausgesetzt, dass man es vor von aussen hinzutretendem Staub und anderen Verunreinigungen schützt) zur Untersuchung tauglich erhalten. Indessen ist es von grosser Annehmlichkeit und Wichtigkeit, einen oft mühsam erlangten feinen Abschnitt, zumal wenn er gewisse seltener anzutreffende Theile darbietet, auf lange Zeit oder für immer unverändert zu erhalten, und solchen zu wiederholter Untersuchung und Demonstration, oder zur Vergleichung mit andern u. s. w. zu benutzen. Bei der Untersuchung der relativ gröberen Textur- und Formverhältnisse der verschiedenen Provinzen des Rückenmarks ist es aber unumgänglich wenn auch nicht die sämmtlichen, so doch die hauptsächlichsten und am meisten von einander verschiedenen Abschnitte höherer oder niederer, oberflächlicherer oder tieferer Schichten einer gewissen Provinz, resp. des ganzen Rückenmarks, in der Weise aufzubewahren, dass man sie gesondert mit einander vergleichen, und einen nach dem andern mikroskopisch untersuchen kann. Man muss gewissermaassen das ganze Rückenmark, oder eine bestimmte Provinz desselben, in feine Abschnitte zerlegt, so aufbewahrt besitzen, dass die einzelnen beliebigen Schichten des Rückenmarks, resp. der betreffenden Abtheilung, wie die einzelnen Blätter eines voluminösen Buches, in genau bestimmter Reihenfolge, beliebig betrachtet, untersucht, verglichen werden können. Dieses geschieht nun am besten in einer der folgenden Weisen, je nachdem man die betreffenden Präparate nur auf die Textur des Rückenmarks im Allgemeinen wie im Speciellen, oder zugleich auf die Elementarstructur seiner einzelnen Formtheile untersuchen will. Im ersten Falle bedarf man nur einer schwachen Vergrösserung bis 200 linear, wobei Deckgläschen von beträchtlicher Stärke anwendbar sind; im letzten Falle bedarf man höherer Vergrösserungen, bis 900 linear und stärker, wobei bekanntlich — wegen der kurzen Focaldistanz der Objectivlinsen der Mikroskope — nur Deckgläschen von $^1/_{10}$''' — $^1/_{15}$''' Dicke anwendbar sind. Ich beschreibe nun zuerst die Aufbewahrungsmethode der betreffenden Segmente, so weit sie zur Erforschung der Rückenmarks-Textur bei schwachen Vergrösserungen dienen sollen, wobei die Untersuchung der feinsten Elementarstructur der Nervenzellen, Nerven-Primitivfasern etc. ausgeschlossen bleibt.

Eine quadratische Glastafel von 2'' Seitenlänge, $^1/_2$''' — $^3/_4$''' dick, wird an allen vier Rändern der einen Fläche mit einer dünnen und $1^1/_2$''' — 2''' breiten Schicht Natron-Wasserglas von Syrupconsistenz bedeckt. Ein Tropfen Wasserglas reicht für jeden Seitenrand hin. Ein Holzstäbchen wird in das Wasserglas eingetaucht, dann fährt man mit demselben den Rändern des Glasplättchens entlang, bis die vier Ränder der einen Fläche gleichmässig mit dem Wasserglas bedeckt sind. Das so behandelte Glasplättchen wird nun auf eine horizontale Fläche gelegt, damit das Wasserglas erhärtet, was nach $^1/_4$ — $^1/_2$ Stunde geschieht. Alsdann ist dies Glasplättchen schon hinreichend vorbereitet, gleichsam mit einem vierseitigen, schwach erhabenen Rande oder Rahmen versehen, innerhalb welchen man ein Rückenmarks-Segment (resp. mehrere) legen und verkitten kann. Solcher Glasplatten macht man sich einen grossen Vorrath; am tauglichsten sind diejenigen, auf welchen der Wasserglasrand 1 — 2 Tage alt ist; dann ist derselbe hart und noch durchsichtig, während er nach 8 — 10 Tagen un-

durchsichtig, milchweiss wird; ist derselbe erst vor wenigen Minuten aufgetragen, so lässt er wegen der Weichheit oft eine zu grosse Compression durch das aufzulegende Deckplättchen zu.

Das eben mit dem Rasirmesser genommene Rückenmarks-Segment wird nun auf das mit dem Wasserglasrand versehene Glasplättchen gelegt, wo nöthig mit Hülfe von Weingeist, Pinsel, Nadel oder Pincette entfaltet, und so gelegt, wie man es wünscht. Das nächstfolgende Rückenmarks-Segment wird alsdann in gleicher Weise unter oder neben das erste Segment gelegt; und so bringt man ein drittes, viertes, fünftes u. s. w. Segment, in mehreren regelmässigen Reihen neben resp. unter einander liegend, wie sie eins nach dem andern vom Rückenmark genommen wurden, auf das Glastäfelchen, so viel eben, ohne sich gegenseitig zu berühren, auf der Glasplatte innerhalb des Wasserglasrahmens Platz finden [90]). Ein dicker und weicher, in Alkohol getauchter Malerpinsel wird nun sanft auf jedes der einzelnen Segmente aufgedrückt, und dadurch letzteres dicht auf die Fläche der Glastafel angedrückt, damit kein Theil desselben in dem auf der Glastafel befindlichen Weingeist schwimme oder frei flottirend sei. Hiernach bringt man mit dem Pinsel allmählig, von einer Seite her, vorsichtig — ohne einen starken Strom zu bewirken, der die einzelnen Segmente losspülen, unter einander verwirren und aus der richtigen Ordnung und Reihenfolge ihrer Lage bringen könnte — so viel Weingeist auf die Glasplatte, dass letztere ganz damit bedeckt ist, und der Weingeist überlaufen müsste, wenn man noch mehr zugiessen würde. Wo nöthig drückt man jetzt noch einmal die einzelnen Rückenmarkssegmente mit dem feuchten Pinsel sanft an die Glasplatte an, um sie bei den jetzt folgenden Manipulationen vor jeder Lagenveränderung zu bewahren.

Hiernach wird ein zweites viereckiges Glasplättchen [91]) ohne Wasserglasrand, welches aber an jeder Seite um $1 - 1^1/_2'''$ schmäler ist als das erstbeschriebene Glasplättchen (Objectträger), über dieses hergelegt, und dadurch die sämmtlichen Rückenmarkssegmente bedeckt. Das kleinere Glasplättchen (Deckplättchen) liegt alsdann an allen vier Seiten auf dem Wasserglasrande des grösseren Glasplättchens auf, ohne die unter ihm (zwischen beiden) befindlichen Rückenmarkssegmente berühren zu können, indem eine Schicht Weingeist, so dick als der Wasserglasrand, die inneren Flächen beider Glasplättchen trennt. Hierbei hat man folgende Cautelen zu beobachten. Das kleinere Deckplättchen muss (eben so wie der grössere Objectträger) vorerst sehr rein abgeputzt, und an der einen Fläche, welche die innere zu werden bestimmt ist, mit Weingeist befeuchtet sein. Alsdann wird ein Seitenrand dieses Deckgläschens in einem spitzen Winkel, der sich dem rechten nähert, auf den entsprechenden Wasserglasrand des grösseren Glasplättchens aufgesetzt, und hiernach, wenn der auf dem unteren Glasplättchen befindliche Weingeist den aufgesetzten Rand des kleineren Glasplättchens gleichmässig berührt, wird letzteres langsam über das untere Plättchen her geneigt, und endlich ganz darüber gelegt. Hierbei sucht man alle Luft zwischen den Plättchen mit dem überfliessenden Weingeiste auszutreiben, was bei einiger Uebung leicht geschieht. Alsdann rückt man, falls es nöthig sein sollte, das obere kleinere Glasplättchen so zurecht, dass die vier Ränder des unteren gleichmässig (um $1 - 1^1/_2'''$) hervorstehen, und nimmt mittelst eines (trockenen oder ausgedrückten) Malerpinsels den überflüssigen Weingeist von den Rändern der Glasplättchen weg. Sobald dies geschehen ist, und der Wasserglasrand des unteren Glasplättchens sich trocken zeigt, bringt man, mittelst eines Holzstäbchens, tropfenweise Wasserglas auf die Ränder des oberen Glasplättchens und auf den rings hervorstehenden Wasserglasrand des unteren, dergestalt, dass jetzt die Ränder beider Glasplättchen durch Wasserglas mit einander ringsum

[90]) In dieser Weise kann man z. B. aus dem Dorsaltheil des Menschen- und Kalbs-Rückenmarks 15—20, aus der Brust- und Lendenanschwellung 8—12, aus dem Conus medullaris 30—40 Segmente zwischen einem Plattenpaar verkitten, was eine grosse Bequemlichkeit und Zeit-Ersparniss darbietet.

[91]) Dieses Deckgläschen nehme man wo möglich von einem dünneren Glase als das erste, etwa von $^1/_6''' - ^1/_4'''$, höchstens $^1/_2'''$ Dicke, damit man, wo nöthig, auch Objectivlinsen mit kürzerer Focaldistanz zu der späteren Untersuchung verwenden kann.

verbunden, und der zwischen ihnen befindliche Weingeist sammt den Rückenmarks-Segmenten hermetisch verschlossen sind. Die so verbundenen Glasplättchen werden jetzt auf einer horizontalen Fläche einige Stunden (2 — 12 — 24) ruhig stehen gelassen, damit das Wasserglas gehörig erhärtet. Alsdann bringt man eine Mischung aus höchst fein pulverisirtem Fensterglas (oder weissem Marmor) und Natronwasserglas, die man frisch in einer kleinen Obertasse oder einem Glase zubereitet [92]) und welche die Consistenz eines dicken Brei's oder Syrups haben muss, mittelst eines kleinen Malerpinsels auf alle vier Ränder beider Glasplättchen, indem man in solcher Weise die erste, aus reinem Wasserglas bestehende, Verkittung mit einer zweiten, aber viel dickeren, neuen Verkittung überzieht. Dies letztere Verfahren wird nun, nachdem die Glasplättchen wiederum 2 — 3 Tage auf einer horizontalen Fläche gestanden haben, und auch die zweite Verkittung erhärtet ist, noch ein Mal oder selbst mehrere Male wiederholt [93]), bis die Verkittung eine genügende Dicke und Festigkeit erlangt hat. Hierauf schabt man mit einem Messer alles überflüssige Verkittungsmaterial von der oberen Fläche des Glasplättchens vorsichtig hinweg und lässt die Gläschen 8 — 14 Tage ruhig stehen, bis die Verkittung steinhart geworden ist. Alsdann fasst man die vier Ränder der verkitteten beiden Glasplättchen mit einem genügend langen, 3‴ — 4‴ breiten Streifen von Stanniol ein, welcher vorher auf der einen (inneren) Fläche mit flüssigem Wasserglas möglichst gleichmässig angefeuchtet worden ist. Der Stanniolstreifen wird mit den Fingern, und mit Beihülfe eines zusammengebauschten Stückchens Leinwand, an allen Punkten fest an die Verkittung angedrückt, allenfalls, unter Hinzufügung eines kleinen Tröpfchens flüssigen Wasserglases, mit dem Pinsel an allen den Stellen, wo die Verbindung des Stanniols mit der Verkittung noch nicht Statt gefunden hat, sorgfältig so von Neuem angedrückt, dass endlich die ganze Verkittung beider Gläschen an allen Punkten mit dem Stanniolstreifen auf das Innigste verbunden, resp. von ihm bedeckt wird. Hat der Stanniolüberzug hier und da eine Lücke, so kann man einen zweiten Stanniolüberzug über den ersten machen, und auf solche Weise die Wasserglasverkittung gewissermassen gänzlich von der Berührung mit der atmosphärischen Luft abschliessen [94]). Die so behandelten Glasplättchen lässt man wiederum einen oder mehrere Tage ruhig liegen, bis auch das am Stanniol haftende Wasserglas erhärtet ist, und alsdann überzieht man die Stannioleinfassung mit einem geleimten Papier, oder mit mehreren Lagen Asphaltlack, um sie, wie die Verkittung, vor Beschädigung möglichst zu wahren. Hiernach reinigt man die beiden äusseren Flächen der Glasplättchen mittelst eines leinenen Tuches sorgfältig. Alsdann können solche Präparate Jahre lang aufbewahrt werden, ohne dass sie sich merklich verändern.

Es sind bei dem Anfertigen dieser Präparate noch folgende Cautelen zu beobachten: Wenn es nicht gelingt, alle Luftblasen zwischen den Gläsern bei dem Auflegen des Deckgläschens zu entfernen, so kann man immerhin die Verkittung vornehmen und die Luft nach einigen Stunden oder nach einigen Tagen entfernen. Dies geschieht auf folgende Weise: Man stellt die verkitteten Glasplatten vertical auf einen ihrer Seitenränder so auf, dass die Luftblasen aufsteigen. Durch veränderte Richtung der Glasplatten sucht man die Luft an eine Stelle zu bringen, wo die Wasserglasmasse am dünnsten ist. Hier sticht man eine feine Nadel so ein, dass sie durch das Wasserglas zwischen beiden Glasplatten eindringt, und bewirkt eine Oeffnung von $^1/_6$‴ — $^1/_4$‴ — $^1/_2$‴ Durchmesser. Alsdann drückt

[92]) Man erlangt diese Mischung am besten durch sorgfältiges Zusammenrühren mit einem Pinselchen, indem man in eine kleine Quantität ($^1/_2$ — 1 Esslöffel voll) Natronwasserglas so viel Marmorpulver oder Glaspulver unter stetem Umrühren nach und nach zufügt, bis ein dicker gleichmässiger Brei entstanden ist.

[93]) Der Wasserglaskitt condensirt sich während des Erhärtens bedeutend und nimmt dabei sehr auffallend an Volumen ab, so dass eine dickere Schicht dieses flüssigen Breies nach einigen Tagen nur eine dünne Schicht fester Verkittung darstellt.

[94]) Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, ein luftbeständiges Wasserglas zu erhalten, das mit der Zeit nicht an der Luft efflorescirte, selbst wenn es mit der möglichst grössten Menge Marmorpulver zu einem consistenten Brei vermischt war.

man, wenn die Nadel zurückgezogen ist, mit Daumen und Zeigefinger die Glasplättchen ein wenig zusammen; die Luft entweicht dann nach aussen. Hierauf wird entweder ein mit Weingeist gefüllter Pinsel an die kleine Oeffnung gehalten, damit, bei nachgelassener Compression der Glasplatten, der äussere Druck der Luft die fehlende Portion Weingeist zwischen die sich wieder ausdehnenden Glasplatten treibe, oder es wird ein Tropfen Wasserglas (mit oder ohne Glaspulver, resp. Marmor) auf die mit der Nadel gemachte Oeffnung gebracht und hiernach erst die Compression nachgelassen. Der Druck der äusseren Luft treibt alsdann eine Portion des halbflüssigen Wasserglases durch die mit der Nadel gemachte Oeffnung nach innen und verschliesst sie. Wenn eine so grosse Menge Luft zwischen den Glasplatten ist, dass sie mit einem Male durch eine leichte Compression nicht ausgetrieben werden kann, so werden kleine Portionen durch wiederholte Compression ausgetrieben und jedesmal mit dem befeuchteten Pinsel eine Portion Weingeist auf die Oeffnung gebracht, während mit der Compression nachgelassen wird. Auch kann man mit einem Messer grössere Portionen der Wasserglasverkittung wegnehmen, und hiernach, ohne die Glasplatten auffallend zu comprimiren, oder aus ihrer horizontalen Richtung zu bringen, die Luft durch Weingeist ersetzen.

Zur Aufbewahrung dieser Präparate dienen Pappkästchen, in denen durch hervorstehende Rippen für ein jedes einzelne Gläschenpaar eine Art Schieblade gebildet worden ist. Ein Kästchen von 1 Quadratfuss kann 120—150 solcher Präparate fassen. Die Kasten müssen so gestellt werden, dass die Gläschen darin eine horizontale Lage haben, damit einzelne loser liegende Segmente zwischen ihnen nicht, ihrer Schwere folgend, sich verschieben. Auch dürfen die Kasten nicht an zu warmen Orten aufbewahrt werden, weil der sich dann ausdehnende Weingeist zuweilen die Verkittung oder die Glasplatte sprengt. Bei der Anfertigung dieser Präparate ist auf Reinheit des anzuwendenden Alkohols zu sehen; derselbe muss 80—95% stark sein. Die Gläschen müssen vor dem Gebrauche von allem Staub und anderen anhängenden Unreinigkeiten sorgfältig gereinigt sein.

Eine Modification dieser Methode, Rückenmarks-Segmente zwischen Glasplättchen zu verkitten, ist in solchen Fällen sehr zu empfehlen, wo man nur einige wenige Segmente, höchstens sechs Segmente zwischen einem Plattenpaar, aufbewahren will. Sie besteht in Folgendem: Man nimmt zwei quadratische Glasplättchen von gleicher Grösse, 2—2½″ Seitenlänge, wohlgereinigt und ganz trocken, bringt auf das eine die betreffenden Rückenmarks-Segmente, unmittelbar nachdem sie mit dem Rasirmesser abgetrennt sind, jedoch ohne von Weingeist umflossen zu sein, sondern nur so, dass jedes eben nur ein wenig damit befeuchtet ist, die übrige Fläche des Glasplättchens aber ganz trocken bleibt, indem aller überflüssige Weingeist mit dem Pinsel entfernt wird. Alsdann bringt man mit einem kleinen Malerpinsel auf alle vier Ränder dieses Glasplättchens eine nicht zu dicke Lage (etwa ½‴ dick und 2‴ breit) des oben beschriebenen, mit Glaspulver oder Marmorpulver bereiteten, Wasserglas-Brei's, jedoch so, dass an einem Winkel eine freie Stelle bleibt (etwa 2—3‴ lang), die nicht mit dem Wasserglas-Brei bestrichen wird. Hierauf wird das zweite Glasplättchen genau über das erste so hergelegt, dass ihre beiderseitigen Ränder in gleicher Weise von dem Wasserglas-Brei berührt, resp. vereinigt werden, und zwischen beiden Glasplatten an einer Ecke nur ein kleiner Raum bleibt (1—2‴), der nicht von Wasserglas verschlossen ist.

Die beiden so vereinigten Plättchen werden dann mit den Fingern mässig an einander gedrückt und hiernach auf eine horizontale Fläche gelegt, dann mit einem ganz geringen Gewichte bedeckt (etwa ¼—½ Unze höchstens), damit sie mässig an einander gepresst erhalten werden, und ¼—½—1 Stunde ruhig so stehen gelassen, bis die Verkittung ein wenig erhärtet ist. Der an den Segmenten zwischen beiden Glasplättchen haftende Weingeist verdunstet zum Theil, die beiden inneren Glasflächen beschlagen sich dadurch, aber die völlige Verdunstung findet nicht Statt, das Präparat bleibt noch immer ein wenig feucht. Alsdann fasst man die vereinigten Glasplättchen mit Daumen und Zeigefinger der einen Hand so, dass jeder dieser Finger die Mitte der einen äusseren Fläche je

eines Glasplättchens bedeckt, resp. dass auf solche Weise die beiden Glasplättchen, mässig fest gegen einander gedrückt, in verticaler oder horizontaler Richtung frei gehalten werden. Hiernach bringt man durch die in der Verkittung gelassene Oeffnung, mittelst eines in Alkohol getauchten Pinsels, einen Tropfen Alkohol nach dem andern zwischen die beiden Glasplättchen, deren Zwischenraum man so mit Alkohol ganz erfüllt, was durch abwechselnd sanft verstärkte Compression beider Glasplättchen (wodurch die Luft ausgetrieben wird) und Nachlassen dieser Compression, während man den befeuchteten Pinsel an die kleine Oeffnung drückt (wodurch der Alkohol zwischen die Glasplättchen durch Druck der äusseren Luft eingetrieben wird), in ziemlich rascher und sicherer Weise erlangt werden kann. Hat man endlich alle Luft bis auf die letzten Portionen zwischen beiden Glasplättchen ausgetrieben, und es bedürfte nur noch eines oder zweier Tropfen Alkohols, um den Raum zwischen den Glasplättchen ganz und gar von Luft befreit und mit Alkohol gefüllt zu haben, alsdann bringt man, unmittelbar nachdem durch sanfte Compression auch die letzten Luftblasen ausgetrieben sind, statt des Alkohols einen mit Wasserglasbrei versehenen Pinsel an die Oeffnung zwischen den Glastäfelchen; sobald man die Compression letzterer ein wenig nachlässt, wird der Wasserglasbrei in die Oeffnung eingetrieben, und letztere so verschlossen, dergestalt, dass nun das Rückenmarks-Segment zwischen beiden Glasplättchen sammt dem Alkohol hermetisch verschlossen sind. Hierauf werden die vereinigten Glasplättchen wieder auf eine horizontale Fläche gelegt, mit dem früher bezeichneten mässigen Gewichte beschwert und einige Tage ruhig stehen gelassen. Die Verkittung wird alsdann steinhart, und nach dem ersten Tage schon kann alsdann das beschwerende Gewicht weggelassen werden. In den folgenden Tagen kann man die Verkittung verstärken, indem man auf die Ränder beider Glasplättchen, neben und auf die Trennungslinie beider, neue Quantitäten von Wasserglasbrei bringt; man kann da, wo die Verkittung schwächer ist, wo sie während ihrer Condensirung an Volumen zu sehr abnimmt und ihre Continuität durchzubrechen droht, durch neue Portionen aufgestrichenen Wasserglasbrei's das Mangelhafte verbessern; wenn sich Luftblasen zwischen den Glasplättchen befinden, so kann man, durch ein mit feiner Nadel in den Zwischenraum zwischen den Glasplatten in den Kitt gebohrtes Loch, die ersteren auf die früher bezeichnete Weise entfernen und durch Alkohol ersetzen. Hat endlich die Verkittung den nöthigen Grad von Stärke und Härte erlangt, so fasst man die Ränder der Glasplättchen mit dem Stanniolstreifen in der früher beschriebenen Weise ein, und schützt so die Verkittung vor der Berührung mit atmosphärischer Luft. Die Beschädigung des Stanniols während des Gebrauchs verhütet man durch einen starken Ueberzug von Asphaltlack, Papier u. dgl. Dass man bei allen diesen Manipulationen mit Sorgfalt eine Verrückung der einzelnen Rückenmarks-Segmente aus ihrer ursprünglichen Lage verhüten — also alle die nöthigen Manipulationen mit der nöthigen Ruhe und Sanftheit vornehmen — muss, versteht sich von selbst. Durch die zwischen beiden Glasplättchen befindliche Quantität des Wasserglas-Brei's wird eine Compression der Rückenmarks-Segmente, wie leicht begreiflich ist, verhütet. Dass man durch Uebung sich die Geschicklichkeit allmählig verschaffen muss, die richtige Quantität des anzuwendenden Kitts zwischen die Glasplättchen zu bringen, damit letzterer nicht über die gewollten Grenzen nach innen gehe und die Rückenmarks-Segmente berühre, dass man die Glasplättchen nicht mit zu starkem Druck beschwere, wodurch der Kitt ausgebreitet, der Alkohol ausgetrieben, die Verkittung also wie die ganze Arbeit vernichtet wird, u. s. w., das sind lauter Dinge, die sich von selbst verstehen, die aber leichter durch Uebung zu erkennen und zu vermeiden sind, als durch die genaueste Beschreibung, daher ich nicht in weitere Details eingehe.

Die in solcher Weise erlangten, mit Wasserglas verkitteten, Präparate halten sich unverändert über ein Decennium, vielleicht für die Dauer.

Ich wende mich nun zu der zweiten Methode der Aufbewahrung von Rückenmarks-Segmenten, die man bei den höchsten Vergrösserungen zu untersuchen beabsichtigt, bei denen nur ganz kleine Stellen in Betracht kommen und bei denen die Frage über eine Reihenfolge, in Vergleich zu höheren

oder tieferen Provinzen des Rückenmarks, in der Regel indifferent ist. Man bringt das mit dem Rasirmesser auf die oben beschriebene Weise genommene Segment auf ein entsprechend grosses Glasplättchen (Objectträger, 48 Mm. lang und 28 Mm. breit, sind ganz passend), deckt ein genügend grosses Deckgläschen von nur $1/_{10}'''$ — $1/_{15}'''$ Dicke darüber her, und lässt den Alkohol ein wenig verdunsten. Noch bevor aber die letzten Quantitäten des Alkohols verdunstet sind, bringt man mittelst eines feinen Pinselchens einen oder mehrere Tropfen einer concentrirten Lösung von Chlorcalcium (1 Theil Chlorcalcium, 1—2 Theile destillirtes Wasser) an einen der Ränder des Deckgläschens, resp. unter letzteres, dergestalt, dass das feine Segment rings von Chlorcalcium umgeben und kein Luftbläschen unter dem Deckglas vorhanden ist. Alles überflüssige Chlorcalcium wird mit einem trockenen Pinsel entfernt. Hiernach wird ein in (mit Terpentinöl verdünnten) Asphalt-Lack getauchter Pinsel sanft um die Ränder des Deckgläschens geführt und eine g a n z d ü n n e Schicht des Firnisses (mit „magerem“ Pinsel) aufgetragen. Dann lässt man das Präparat 12—24 Stunden auf horizontaler Fläche ruhig stehen. Am folgenden Tage trägt man eine zweite Lage von weniger dünnem Asphaltlack auf, etwas dicker als die erste Lage, und lässt dann abermals das Präparat 24 Stunden ruhig stehen und den Lack trocknen. Hierauf bringt man eine dritte, vierte und, wo nöthig, fünfte Lage des Asphaltlacks in den folgenden Tagen an, bis die Verkittung genügend dick ist. Ist auch die letzte Lage des Firnisses trocken, dann werden die Glasplättchen vorsichtig gereinigt, bezeichnet und aufbewahrt, in einer der früher beschriebenen analogen Weise. Solche Präparate halten sich Jahre lang, vielleicht für immer, unverändert und schön. Eine Compression der Segmente durch das Deckgläschen findet bei vorsichtiger Behandlung, und wenn man nicht zu wenig Chlorcalcium anwendet, nicht Statt, weil die ringsum eingeschlossene Flüssigkeit eben die Compression, welche der trockne Firniss auf die Ränder des Deckgläschens übt, nur bis zu einem gewissen Grade gestattet.

Man hüte sich bei diesem Verfahren gleich zum ersten Male eine dicke Schicht unverdünnten Asphaltlacks anzuwenden. Dieselbe drückt während des Eintrocknens das Deckgläschen zu stark auf den Objectträger, treibt dadurch an einer oder mehreren Stellen einen geringeren oder grösseren Theil der Chlorcalciumlösung unter dem Deckgläschen hervor, wodurch nachher Compression des Präparats bedingt wird, oder es tritt statt dessen eine Portion des Lacks selbst unter das Deckgläschen, gelangt oft bis zum Präparat selbst und verdirbt solches. Auch bei dem Auftragen der zweiten Schicht des Lacks darf man dessen nicht zu viel nehmen, weil sonst die erste aufgelöst wird und die eben genannten Nachtheile, vor Allem aber eine Compression des Präparats durch das Deckgläschen (das nicht mehr durch eine genügende Schicht Chlorcalciumlösung von dem Präparat entfernt gehalten wird), entstehen. Dass die Gläser, welche gebraucht werden, nie als nach vorgängiger sorgfältiger Reiniguug von Staub und etwa anhängenden Unreinigkeiten verwendet werden dürfen, versteht sich von selbst. Die Bezeichnung dieser wie der erstbeschriebenen Präparate geschieht am leichtesten, sichersten und dauerhaftesten mit Hülfe eines Diamanten (wie solche von den Lithographen gebraucht werden) an den Seitenrändern der Objectträger. Die Aufbewahrung der Präparate in Chlorcalcium zeichnet sich durch die Leichtigkeit und Schnelligkeit, womit solche bewerkstelligt werden kann, vortheilhaft aus, während die mit Wasserglas verkitteten Präparate sich durch die grosse Dauerhaftigkeit und Festigkeit empfehlen, indem sie dem Zerdrücken und Zerbrechen nicht so leicht unterworfen sind als jene [95]).

[95]) Man kann auch die dünnsten Deckplättchen mit dem Wasserglas verkitten; doch ist das nicht rathsam, weil während des Erhärtens der Verkittung zu häufig die Deckgläschen, in Folge des vom Kitt herrührenden Drucks, zerspringen und die Präparate dann verderben, bevor man Zeit hat, den Schaden zu verhüten.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Untersuchung der passend vorbereiteten Rückenmarkstheile mit Hülfe des Mikroskops im Allgemeinen.

Die Anwendung des Mikroskops bei der Erforschung der Textur etc. der einzelnen feinen Abschnitte aus dem Rückenmark kann nur dann von richtigem Nutzen sein, wenn man durch, gleichsam propädeutische, vergleichende Untersuchungen der verschiedenen Formtheile oder Elemente des Rückenmarks sich eine Kenntniss ihres Verhaltens unter dem Mikroskope bei verschiedenen Vergrösserungen verschafft hat, mit anderen Worten, wenn man gelernt hat, den verschiedenen Bildern, welche die betreffenden Theile unter verschiedenen Verhältnissen unter dem Mikroskope darbieten, die richtige Deutung zu geben.

Um zu dieser Kenntniss zu gelangen, ist es aber nothwendig zu wissen, wie sich die verschiedenen Elemente oder Formtheile des Rückenmarks im Allgemeinen, und wie sich einzelne in speciellen Fällen, z. B. die Fasern des Rückenmarks auf Quer-, Längs- oder Schrägabschnitten, verhalten, wie sich die weisse Substanz von der grauen unterscheidet u. s. w. Wie diese Kenntniss am besten zu erlangen sei, soll in dem Folgenden besprochen werden.

Bei der Untersuchung eines Abschnitts aus dem Rückenmark ist vor allen Dingen das Uebersehen seiner ganzen Fläche, die Erlangung einer raschen und sicheren Uebersicht über den ganzen Abschnitt und die darin enthaltenen verschiedenen Formtheile nothwendig, weil die Untersuchung einzelner kleiner Stellen, deren Verhältniss zum Ganzen man vorher nicht erkannt hat, nur verwirrend ist. Diesen Zweck erreicht man am besten durch Anwendung einer ganz schwachen, am besten einer 15—20fachen Linearvergrösserung (bei den Schiek'schen grossen Mikroskopen: aplanatisches Ocular, Linse Nr. 1), bei reflectirtem (durchfallendem) Licht, und bei Abhaltung alles von oben auffallenden Lichtes. Letzteres bewirkt man durch Beschattung des Präparats mit der Hand, oder durch einen am Mikroskop angebrachten schwarzen Schirm (wie solcher an Oberhäuser's grossen Mikroskopen befindlich ist). Bei dieser Vergrösserung erkennt man die grösseren Elemente des Rückenmarks, die grösseren Nervenzellen und Nervenprimitivfasern (in Continuität), in fast unzweideutiger Weise, und es bedarf nur kurzer Uebung und Erfahrung, um diese Elemente, wie die Blutgefässe etc., selbst bei dieser schwachen Vergrösserung auf den ersten Blick mit Sicherheit zu erkennen. Hat man mittelst dieser schwächsten Vergrösserung, oder selbst nach vorgängiger Untersuchung mit einer einfachen Loupe, sich den nöthigen Ueberblick über den betreffenden Abschnitt und dessen einzelne Bestandtheile im Allgemeinen und Groben verschafft, alsdann wendet man eine stärkere Vergrösserung von 50 linear (bei Schiek's grossem Mikroskop: aplanatisches Ocular, Linse Nr. 1 + 2 + 3) an, und prüft nun die einzelnen betreffenden Theile des Abschnitts genauer. Mittelst dieser Vergrösserung erkennt man die grossen und kleinen Nervenzellen (die kleinsten nicht genügend sicher), die dicken und feinen Nervenprimitivfasern (wenn auch nicht die feinsten), sowohl Strecken in ihrer Continuität, wie Querdurchschnittsflächen derselben, und nach kurzer Uebung wird man zur Erforschung aller gröberen Texturverhältnisse des Rückenmarks, z. B. des Verlaufs centraler Nervenbahnen, des Verhaltens der Commissurenfasern u. s. w., keine stärkere Vergrösserung nöthig finden. Denn die Verfolgung einzelner (dicker) Nervenprimitivfasern bei dieser relativ schwachen Vergrösserung ist an guten Segmenten mit aller nur wünschenswerthen Evidenz möglich. Bei dieser Untersuchung wird man zwar sicherlich, immer mehr oder minder zahlreich, solche Stellen oder Formtheile treffen, deren noch genauere Erkenntniss bei stärkeren Vergrösserungen wünschenswerth erscheinen muss. Man

prüft in dieser Weise, durch progressive Anwendung immer stärkerer Vergrösserungen, einen Theil des Segments nach dem andern durch, und verschafft sich auf diese Weise durch wiederholte Erfahrung, durch Vergleichung verschiedener Segmente, und endlich durch vergleichende Untersuchung der entsprechenden Theile aus dem frischen (nicht gehärteten) Rückenmark, eine genaue Kenntniss des Verhaltens der verschiedenen Formtheile des Rückenmarks unter den verschiedensten Verhältnissen und bei den verschiedenen progressiv verstärkten Vergrösserungen. Bei Anwendung dieser Grundsätze auf die Erforschung des Rückenmarks findet man das im Folgenden beschriebene Verhalten. Ich werde zuerst das Verhalten der weissen Substanz, resp. der Längsfasern auf Längsabschnitten, resp. der Fasern in Continuität, dann dasjenige der Fasern auf Querabschnitten und auf Schrägabschnitten beschreiben, hiernach das Verhalten der grauen Substanz auf Längs- und Querabschnitten folgen lassen.

I. Weisse Substanz des Rückenmarks (in Chromsäure gehärtet). Während die weisse Substanz im frischen Zustande (wenn sie ungehärtet ist) an der Oberfläche, wie in ihrem Innern, auf Quer-, Längs- und Schrägabschnitten, resp. Schnittflächen ihrer Masse, immer weiss erscheint und keine genauere Kenntniss ihrer Organisation dem unbewaffneten Auge gestattet, findet man an feinen Abschnitten aus in Chromsäure gehärteter weisser Substanz folgendes Verhalten:

1. Längsfasern. a) auf Längsabschnitten. Macht man aus den oberflächlichen Lagen der sog. (weissen) Seiten-, Hinter- oder Vorderstränge eines in Chromsäure gehärteten Rückenmarks vom Menschen oder Kalb etc. einen feinen Längsabschnitt, so zeigt sich derselbe, bei der mikroskopischen Untersuchung unter 15facher Linearvergrösserung, fast ausschliesslich aus Längsfasern bestehend. Sie zeigen sich, parallel oder fast parallel neben einander gelagert, als eine im Ganzen silbergraue Masse, in welcher hellweisse und dunkelgraue Linien parallel dem Längsdurchmesser des Abschnitts abwechseln. Die Linien sind äusserst fein und von ziemlich gleicher Dünnheit oder von anscheinend gleichem Querdurchmesser. Man verfolgt die Continuität sowohl der hellen wie der dunklen Linien grosse Strecken weit, so dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass man hier die Rückenmarksfasern in ihrer Continuität, in ihrem Verlaufe der Länge nach ungetrennt, dem grössten Theile nach vor sich habe.

Untersucht man die weissen und grauen Linien mit progressiv stärkeren Vergrösserungen, 50 — 100 — 200, so zeigt sich alsbald, dass die dunkelgrauen Linien als die mehr peripherischen Theile (Hülle und Mark) jeder eigentlichen Nervenprimitivfaser zu betrachten sind, und dass die hellweissen Linien nichts anderes sind als die centralen Theile (Axencylinder) in jeder einzelnen Nervenprimitivfaser. Untersucht man nun eine einzelne dieser letztgenannten genauer, alsdann findet man alle die oben (p. 703 u. ff.) bereits speciell beschriebenen optischen Erscheinungen [96]).

b) auf Querabschnitten. Macht man von einem (in Chromsäure) gehärteten Rückenmark an irgend einer Stelle einen feinen Querabschnitt, durch welchen also die sämmtlichen Längsfasern desselben in rechten oder fast rechten Winkeln durchschnitten werden müssen, so erkennt man an diesem Abschnitt Folgendes: Mit dem unbewaffneten Auge betrachtet zeigt die weisse Substanz in den sog. Vorder-, Seiten- und Hintersträngen ein mehr oder weniger gelbes, gelbbraunes oder braunschwarzes Colorit, je nach der Intensität und Dauer der durch die Chromsäurewirkung erzeugten Veränderung [97]). Die Schnittfläche sieht wie fein mattgeschliffenes Glas aus, während auf Längsabschnitten

[96]) Ist der Abschnitt aus dem Rückenmark nicht ganz fein, so sieht man bei 15facher Linearvergrösserung gar nichts von den einzelnen Nervenprimitivfasern, sondern gewahrt in dem dunkel gelb-grau oder schwärzlich (bei durchfallendem Lichte) aussehendem Segmente nur dunkle Bündel, welche der Länge nach verlaufen, mit nur wenigen und sehr unterbrochenen weissen Linien dazwischen.

[97]) Wenn das Rückenmark, nach der Härtung in Chromsäure, in Alkohol aufbewahrt wird, so wird die braune Farbe, durch die allmählig sich verstärkende Reduction des braunen Chromoxyds in grünes, nach kürzerer oder längerer Zeit mehr bläulich oder grünlich.

die Schnittfläche ein mehr glattes, wie polirtes Ansehen hat. Mit dem unbewaffneten Auge ist von einer Organisation nichts zu erkennen. Unter dem Mikroskope, bei 15facher Vergrösserung und bei durchfallendem Lichte, zeigt sich das Segment (an allen den genannten Stellen der weissen Substanz) als eine dunkelgraue oder blauschwarze, oder braun- resp. gelbschwarze Masse, von einem gleichmässigen Ton oder Korn, welches nur hie und da von helleren gelben Stellen, dagegen durchgängig und ziemlich gleichmässig von hellweissen feinen Punkten unterbrochen ist. Das Ganze sieht aus, wie ein dunkler Grund einer lithographirten Platte mit grobem Korn.

Setzen wir voraus, was zum grössten Theile wirklich der Fall ist, dass die Fasern der (weissen) Seiten-, Vorder- und Hinterstränge mit der Axe des Rückenmarks parallel laufen, so sehen wir auf dem Querabschnitt nur die feinsten Querabschnitte der einzelnen Nervenprimitivfasern jener Stränge, resp. deren Querdurchschnittsflächen. Betrachten wir dieselben, bei 15facher Linearvergrösserung, genau, so erscheinen die einzelnen hellen Punkte (namentlich die grösseren) von feinen dunklen Linien, gleich Ringen, umgrenzt, die aber nichts weniger als absolut kreisförmig sind, sondern noch häufiger eckig erscheinen. In der Mitte einzelner dieser hellen kreisähnlichen Flächen sieht man bei scharfer Beobachtung einen überaus feinen dunklen Punkt. Dass jene dunklen Ringe der sogenannten Hülle und zum Theil dem sog. Mark der einzelnen Nervenprimitivfasern angehören, der centrale feine Punkt aber von dem Axencylinder erzeugt wird, das ergeben die Resultate der Untersuchung bei progressiv verstärkten Vergrösserungen, wie solches bereits oben (pag. 703, u. ff.) genau auseinandergesetzt worden ist.

c) Auf Schrägabschnitten. Macht man durch ein in Chromsäure gehärtetes Rückenmark einen mehr oder weniger schrägen Längs- oder Querschnitt, welcher also die Axe des Rückenmarks in schiefem Winkel trifft, und nimmt man von einer der Durchschnittsflächen einen feinen Abschnitt, so enthält der letztere nothwendig schräge Abschnitte aller Längsfasern des Rückenmarks. Mit dem unbewaffneten Auge betrachtet zeigt ein solcher Abschnitt auf den ersten Blick kein anderes Verhalten, als ein in rechtem Winkel auf die Axe des Rückenmarks fallender Querabschnitt aus der ganzen Dicke desselben. Bei schwacher (15facher) Vergrösserung unter dem Mikroskope zeigt sich derselbe von hellgrauer Farbe, dunkler als ein gleich dicker Längsabschnitt, heller als ein gleich dicker Querabschnitt aus demselben Organtheil. Die Farbe ist gleich in weissen Hinter-, Vorder- und Seitensträngen. Deren Masse erscheint deutlich gefasert; die Fasern liegen meist anscheinend nach einer Richtung und zwar entsprechend derjenigen des Schnitts. Wurde der Abschnitt in der Weise gemacht, dass das Messer an den linken Seitenstrang angesetzt, durch die ganze Dicke des Rückenmarks nach rechts schräg in die Höhe geführt, und etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Zoll über dem Anfangspunkte des Schnitts auf der entgegengesetzten rechten Seitenhälfte durch den Seitenstrang wieder herausgeführt ward, so zeigt ein, von einer der beiden so gewonnenen Schnittflächen genommener, feiner Abschnitt den Lauf (Richtung) der Fasern: quer in der Richtung von einer Seitenhälfte zur andern, d. h. parallel mit dem Querdurchmesser des Rückenmarks-Segments, den man sich durch beide Seitenstränge gelegt denkt. Diese quere Richtung der Fasern zeigt sich gleich in Seiten-, Hinter- wie Vordersträngen. Ist dagegen der Schrägschnitt von vorn nach hinten in der Weise bewirkt worden, dass der Anfang des Schnitts an der vorderen Fläche des Rückenmarks durch beide Vorderstränge bewirkt, das Messer schräg nach hinten und oben durch die ganze Dicke des Rückenmarks hindurch weiter geführt, und endlich an einer $\frac{1}{2}$ — 1 Zoll oberhalb des Schnittanfangs in den Vordersträngen gelegenen Stelle aus den Hintersträngen wieder herausgeführt wurde, so zeigt ein, von einer der Schnittflächen genommener, feiner Abschnitt den Lauf der Fasern: von vorn nach hinten gehend, d. h. in der Richtung von den Vordersträngen nach den Hintersträngen hin, oder parallel mit der vorderen und hinteren Längsspalte des Rückenmarks.

Das Verhalten dieser Fasern unterscheidet sich aber bedeutend von dem Faserlaufe auf Längs-

abschnitten. Während auf letzteren eine einzelne Faser (und fast alle) durch die ganze Länge des Abschnitts hindurch in Continuität verfolgt werden können, kann man auf Schrägabschnitten nur ganz kurze Strecken einer Faser in Continuität verfolgen, nicht eine einzige in längerer Strecke. Man sieht nur Faser-Fragmente, kürzer oder länger, je nach der geringeren oder grösseren Schrägheit des Durchschnitts durch das Rückenmark, d. h. je mehr oder weniger der Winkel, welchen der Durchschnitt mit der Axe des Rückenmarks bildet, von dem rechten Winkel abweicht. Diese Faser-Fragmente bieten daher im Ganzen ein unregelmässiges, verworrenes Ansehen dar, ganz verschieden von dem fast gleichmässigen auf Längsabschnitten. Bei stärkerer Vergrösserung fällt letzterer Umstand noch mehr auf. Man gewahrt eine grosse Unregelmässigkeit der Durchschnittsflächen der einzelnen Nervenprimitivfasern; an den einzelnen Stellen ihrer Continuität sieht man aber die bereits bei Beschreibung der Längsabschnitte angeführten Eigenschaften. Da aber die Durchschnittsflächen (abgeschnittenen Enden) von Fasern oberflächlicher Schichten nicht unmittelbar neben denen der darauf folgenden tieferen Schichten liegen (weil bei einem Schrägschnitt unmöglich nur die Lumina der Längsfasern ausschliesslich erscheinen können), sondern die Continuität solcher Fasern aus den nachfolgenden Schichten decken, beide gleichsam dachziegelartig übereinander liegen, so kommt es, dass die einzelnen Fasern sich nur als kurze (abwechselnd helle und dunkle) Streifen zeigen (die nichts weniger als fortlaufende Linien in längeren Strecken bilden), welche in sehr stumpfen Winkeln von den Berührungspunkten der Querdurchschnittsfläche je einer Nervenprimitivfaser und eines Punktes der Continuität der zweiten (unterliegenden) Nervenprimitivfaser auseinandergehen. Im Ganzen betrachtet blickt aber immer eine gewisse Regelmässigkeit durch; es hat das Ansehen eines Gewebes, in welchem die Fäden sich in schiefen Winkeln durchkreuzen. Ausserdem bietet die Fläche hellere und dunklere Stellen, gleichsam wie Wellen, abwechselnd dar (auch bei gleichmässig dünnen Abschnitten), die dem Ganzen ein eigenthümliches Ansehn geben. Hat man erst unter dem Mikroskop die eigenthümliche Beschaffenheit eines Schrägabschnitts erkannt, alsdann kann man nachher mit dem nun besser vorbereiteten unbewaffneten Auge gewahren, dass der Abschnitt, resp. die weisse Substanz, ein streifiges Ansehn zeigt, verschieden von dem gleichmässig körnigen des Querabschnitts, und noch weit mehr verschieden von dem gleichmässig streifigen des Längsabschnitts.

2) Querfasern. Da die Querfasern des Rückenmarks, mögen sie vorkommen wo sie wollen, überall von der nämlichen anatomischen Beschaffenheit sind wie die Längsfasern, so versteht es sich von selbst, dass Alles, was von den letzteren gesagt worden ist, auch von den erstgenannten gilt, je nachdem diese Strecken ihrer Continuität, Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen, in den betreffenden Abschnitten, dem Beobachter darbieten.

II. Graue Substanz des Rückenmarks (in Chromsäure gehärtet). Während die graue Rückenmarkssubstanz im frischen (ungehärteten) Zustande ein schwach grauliches, gelbliches oder röthliches, und an manchen Stellen bläuliches, halbdurchsichtiges, gallertähnliches Ansehen hat, zeigt sie, nach der Härtung in Chromsäure, eine mehr oder weniger gelbbraune bis braunschwarze Farbe, mit blossem Auge betrachtet, und ist im Allgemeinen merklich dunkler als die weisse Substanz. Auf feinen Abschnitten, bei durchfallendem Lichte, mit blossem Auge betrachtet, zeigt sie sich wie aus weit feinerer Masse bestehend als die weisse Substanz. Auf gleich feinen Abschnitten ist die graue Substanz (bei durchfallendem Licht) heller, durchsichtiger als die weisse.

Unter dem Mikroskope, bei schwacher Vergrösserung, bietet die graue Substanz (bei durchfallendem Lichte) ein gelbes, orange- oder goldfarbiges Ansehen dar, heller bei dünneren, und dunkler bei weniger dünnen Abschnitten. Bei den stärkeren Vergrösserungen zeigt sich die Farbe der dünnsten Stellen silberweiss oder graulich, bei dickeren: dunkel grau oder schwärzlich.

Die Elementarbestandtheile der grauen Substanz sind bekanntlich Nervenprimitivfasern und Nervenzellen. Während sich die ersteren nun eben so verhalten, wie von den Fasern der weissen

Rückenmarkssubstanz im Vorhergehenden beschrieben worden ist, zeigen sich die Nervenzellen verschieden, je nach ihrer Grösse und nach der angewandten Vergrösserung. Von den grossen sogenannten multipolaren Nervenzellen (der grauen Vorderhörner etc.) zeigt sich jede einzelne, bei 15facher Vergrösserung, in der Regel als helle, fast weisse oder gelbliche Stelle, meist vom scheinbaren Durchmesser einer Pariser Linie (in dem wirklichen Durchmesser also von $1/_{15}'''$). Diese helle Stelle, oder dieser helle Körper zeigt meist in seiner Mitte einen dunklen Punkt (Nucleus) und eine eckige, zackige, sternförmige Peripherie (Ausläufer). Wenn man nun diese Körper bei progressiv verstärkten Vergrösserungen untersucht, alsdann erkennt man die bereits oben (pag. 778, ff.) beschriebenen optischen Erscheinungen. Anhäufungen von mehreren solcher Nervenzellen können mit dem unbewaffneten Auge (bei durchfallendem Lichte) in feinen Abschnitten als sehr feine, weisse Punkte erkannt werden. Die grossen Nervenzellen verhalten sich in der beschriebenen Weise auf Quer-, Längs- und Schrägabschnitten ganz gleich, begreiflicher Weise, da sie sphäroidische Körper sind, von denen Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen ausgehen.

Die kleineren Nervenzellen sind dem unbewaffneten Auge in den betreffenden Abschnitten, bei durchfallendem Lichte, gar nicht erkennbar; bei 15facher Vergrösserung sieht man aber viele derselben in den verschiedensten Abstufungen der Grösse; andre, noch kleinere, gewahrt man erst bei 50facher Vergrösserung, und die kleinsten erst bei 100facher Vergrösserung mit einiger Sicherheit als Nervenzellen, d. h. man erkennt in den verschiedenen feinen Abschnitten, bei durchfallendem Lichte, die Grenzen ihrer Hülle, resp. des Zellenparenchyms, den Nucleus, Nucleolus und die Fortsätze, wie solches oben pag. 35, 185, 849 u. a. O. bei Beschreibung dieser Elemente, welche die gelatinöse Substanz hauptsächlich constituiren, angegeben worden ist.

Die graue Rückenmarkssubstanz ist fast überall mit den Elementen der weissen Rückenmarkssubstanz (Nervenprimitivfasern) mehr oder weniger vermischt. Sind dickere oder dünnere Bündel weisser Substanz in die graue eingelagert, so ist es leicht, dieselben bei 15facher Linearvergrösserung zu erkennen. Sie verhalten sich auf Längs-, Quer- und Schrägabschnitten, wie oben von den Fasern der weissen Substanz beschrieben worden ist. Sind dagegen Fasern weisser Substanz (Nervenprimitivfasern) vereinzelt in der grauen Substanz enthalten, und ist ihre Continuität (in den Abschnitten) oft unterbrochen, so bedarf es grosser Aufmerksamkeit und Uebung, um diese Fasern bei 15facher Vergrösserung zu erkennen und dieselben richtig zu deuten. Vereinzelte Fasern erscheinen in grauer Substanz viel feiner als wenn sie zu mehreren beisammen liegen. Die stärkeren Vergrösserungen (50—200) geben hier in der Regel immer eine genügende Entscheidung. Querdurchschnittsflächen einzelner Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz sind dagegen bei schwachen Vergrösserungen meist gar nicht, und bei starken Vergrösserungen oft nicht mit Sicherheit zu diagnosticiren. Glücklicher Weise kommt die Nothwendigkeit der Entscheidung dieses Falls selten vor.

* *
*

Vergleicht man die eben beschriebenen, an in Chromsäure gehärtetem Rückenmark erlangten, Befunde mit denjenigen, welche man bei der Untersuchung der nämlichen Theile im frischen Zustande (ohne jede künstliche Härtung oder chemische Behandlung) erkennt, so findet man, dass die Behandlung mit Chromsäure, ausser der Härtung, fast keine merkliche Veränderung der genuinen Nervenelemente bedingt, wie sich aus Folgendem ergiebt:

I. Weisse Substanz des Rückenmarks (frisch).

1. Längsfasern. a) Auf Längsabschnitten. Macht man aus den oberflächlichen Lagen der weissen Seiten- etc. Stränge des Menschen- oder Kalbs-Rückenmarks einen möglichst feinen Längsabschnitt, parallel der Axe des Rückenmarks, mit der Scheere oder dem Messer, comprimirt diesen Abschnitt vorsichtig zwischen dem Compressorium oder zwei Glasplättchen so weit, dass er durchsichtig

und zur Untersuchung unter dem Mikroskope tauglich ist, alsdann findet man, bei 15facher Linearvergrösserung und durchfallendem Lichte, dasselbe Bild wie an dem oben beschriebenen Längsschnitt aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmark, d. h. man gewahrt die einzelnen der Länge nach verlaufenden Nervenprimitivfasern in gleichen Dimensionen und in gleicher Form wie an dem Chromsäurepräparat, nur liegen nicht die meisten Fasern, wie hier, in einer Richtung, weil durch die Compression viele aus ihrer natürlichen Lage verrückt worden sind; doch sieht man immer noch einen grösseren Theil der Nervenprimitivfasern der Länge nach parallel neben einander verlaufen. An den Rändern des Präparats, wie innerhalb desselben, erscheinen aber — was bei dem Chromsäurepräparat nicht der Fall ist — kugelige Massen mit dunklen Rändern und hellem Inhalte, Massen, die nichts Anderes sind, als ausgetretener, resp. durch die Compression ausgequetschter Inhalt einzelner durchschnittener Nervenprimitivfasern, und welche das Verfolgen vieler einzelner dieser Formelemente in ihrer Continuität unmöglich und das Bild an vielen Stellen undeutlich machen.

Bei Anwendung der stärkeren Vergrösserungen erscheinen alle die oben (pag. 704) beschriebenen Verhältnisse.

b) Auf Querabschnitten. Es ist unmöglich, vom frischen Rückenmark so feine Querabschnitte wie vom gehärteten zu machen. Das Ansehn eines Querabschnitts von ersterem ist daher ganz anders unter dem Mikroskop, als das eines gleichen von letzterem. Ein Querabschnitt aus dem frischen Kalbs-Rückenmark z. B., zwischen zwei Glasplatten oder dem Compressorium vorsichtig comprimirt, zeigt sich unter dem Mikroskope, bei 15facher Vergrösserung, an allen oder fast allen Punkten der verschiedenen weissen Stränge als eine dunkelgraue (bei starker Vergrösserung hellgraue oder silbergraue) Masse, die ein ganz verworrenes Ansehen hat. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich diese Masse zusammengesetzt (in den weissen Seiten-, Hinter- wie Vordersträngen) aus Fragmenten von Nervenprimitivfasern, die kürzer oder länger, je nach der Dünnheit des Abschnitts, in den verschiedensten Richtungen unter einander liegen. Zwischen ihnen ist eine überaus grosse Masse jener, bei den Längsabschnitten oben erwähnten, kugelartigen Massen des Nerveninhalts eingelagert, die jenes verwirrte Ansehen des mikroskopischen Bildes noch vollständiger machen, dergestalt, dass aus der mikroskopischen Untersuchung eines solchen Präparats allein kein sicherer Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Faserlagerung im Rückenmark gezogen werden könnte. Bei Schrägabschnitten aus frischem Rückenmark zeigt sich im Ganzen ein gleiches Verhalten. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen verfolgt man wohl einzelne Nervenprimitivfasern in kürzeren oder längeren Strecken, jedoch nie in so langen, wie in Längsabschnitten. Die einzelnen Fragmente der Nervenprimitivfasern bieten aber in solchen Querabschnitten alle die nämlichen allgemeinen anatomischen Verhältnisse dar, wie die auf Längsabschnitten erscheinenden Nervenprimitivfasern.

2. Querfasern. Von den Querfasern gilt ein Gleiches wie von den Längsfasern, je nachdem jene mehr in Continuität (also auf Querabschnitten) oder in queren oder schrägen Segmenten (also auf Längsabschnitten) in dem Compressorium unter dem Mikroskope beobachtet werden.

II. Graue Substanz des Rückenmarks (frisch).

Sie erscheint im Allgemeinen, bei gleicher Dicke der Segmente, noch heller oder durchsichtiger als die weisse Substanz. Man erkennt als Bestandtheile derselben Nervenprimitivfasern und Nervenzellen. Die Nervenprimitivfasern zeigen sich auf den ersten Blick zum grossen Theil verschieden von denen der weissen Substanz, anscheinend viel feiner als jene, und von viel verschiedenerem Durchmesser, während jene (bei 15—50facher Vergrösserung) alle oder fast alle mehr von gleichmässiger Dicke erscheinen. Bei genauer Untersuchung mit den höheren Vergrösserungen erkennt man aber bald, dass die grössere Unregelmässigkeit der Lagerung, welche die Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz, in Vergleich zu der weissen, beobachten lassen, häufig die Axencylinder einzelner Nervenprimitivfasern für die ganze Nervenprimitivfaser zu halten veranlasst, indem die seitlichen

Grenzen der einzelnen Nervenprimitivfasern nicht an allen so, wie in der weissen Substanz, ausgeprägt erscheinen, — und dass die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz wesentlich sich durch Nichts von denen der weissen Substanz unterscheiden. Wegen der grossen Verwirrung der Fasern durch die Präparation, und wegen der schon von Natur sehr grossen Vermischung und Verwebung der Nervenprimitivfasern (und Nervenzellen), lassen sich in der grauen Substanz nur Nervenprimitivfasern in Continuität, und Querdurchschnittsflächen von dickeren oder dünneren Bündeln von Fasern, aber nicht etwa Querdurchschnittsflächen einzelner, oder ganz kurze Abschnitte einzelner Nervenprimitivfasern mit genügender Sicherheit erkennen. Die in Bündeln zusammenliegenden (z. B. die centralen Nervenbahnen) lassen sich schon bei 15facher Vergrösserung, ja mit blossem Auge, leicht erkennen, z. B. die Faserbündel (Nervenbahnen), welche quer durch die gelatinöse Substanz hindurchziehen. Die einzelnen Nervenprimitivfasern können begreiflicher Weise erst bei 50 — 400facher Vergrösserung genügend erkannt werden.

Die Nervenzellen zeigen sich, eben so wie in Abschnitten aus gehärtetem Rückenmark, so auch in solchen aus frischem, von verschiedener Grösse. Die Nervenzellen der grössten Gattung werden durch Compression leicht in allen ihren Dimensionen vergrössert, plattgedrückt, gleichsam auseinandergedrückt; daher sie auch noch leichter mit unbewaffnetem Auge bei durchfallendem Lichte zu erkennen sind, als in feinen Abschnitten aus gehärtetem Rückenmark. Im Uebrigen zeigt sich aber das nämliche Verhalten unter dem Mikroskope, wie oben von den Nervenzellen in Abschnitten aus dem gehärteten Rückenmark beschrieben worden ist. Was von den grossen Nervenzellen gesagt ist, gilt im Ganzen auch von den kleineren, die sich bei mikroskopischen Untersuchungen in Abschnitten aus frischem wie aus gehärtetem Rückenmark ganz gleich verhalten.

Dass in Abschnitten aus frischem Rückenmark die in der grauen Substanz befindlichen Theile weisser Substanz noch schwieriger zu erkennen sind, als in Abschnitten aus gehärtetem Rückenmark, liegt auf der Hand. Da der durch die Compression austretende Nervenprimitivfaser-Inhalt die verschiedenen Theile in den verschiedensten Formen durchdringt, so sind dadurch optische Täuschungen sehr leicht möglich, und die Verwechselung von kleinen Nervenzellen, Nervenprimitivfaser-Durchschnitten, Nerveninhalt, für den Ungeübten nicht leicht zu vermeiden.

ANHANG.

1. Ueber das Verhalten der Blutgefässe und des Blutes in feinen Abschnitten aus dem Rückenmark.

a) Aus gehärtetem Rückenmark. Man sieht in feineren Abschnitten von den grösseren und kleineren Blutgefässen Quer-, Längs- oder Schrägabschnitte, in meistens nur kurzen Strecken.

Längsdurchschnitte von Gefässen, resp. Abschnitte ihrer Continuität, erscheinen dem unbewaffneten Auge bei durchfallendem Lichte als helle, fast durchsichtige, mehr oder minder gelbliche Stellen resp. Streifen, gleich Einrissen, oder als vollkommen leere Zwischenräume zwischen der (Nerven-) Rückenmarkssubstanz, breiter oder schmäler, je nach dem Durchmesser des Gefässes. Man gewahrt natürlich nur die grösseren Gefässverzweigungen. Bei 15facher Vergrösserung erscheint der Unterschied zwischen wirklichen Spalten des Präparats (welche durch die Härtungsflüssigkeit, resp. die Härtung überhaupt hie und da erzeugt werden) klarer, indem man die Wandung des Gefässes als eine doppelte dunkle Contour sieht, innerhalb welcher meistentheils eine röthliche (bei grösseren mit Blut stark gefüllten Gefässen) oder gelbliche Masse von unbestimmter Form erscheint. Erst bei stärkerer Vergrösserung (200 — 300) erkennt man in feinen Längsschnitten, an jeder Seitenwandung des Gefässes, zwei dunkle Contouren (äussere und innere Gefässhaut), zwischen denen eine breitere hellgelbliche Masse, die mittlere Gefäss- oder Muskelhaut, eingelagert ist. Das Blut selbst zeigt sich als eine körnige, oft nicht genauer erkennbare Masse, oft genug aber unterscheidet man die einzelnen Blutzellen mit aller nur wünschenswerthen Genauigkeit darin.

Querdurchschnitte von Gefässen, resp. Querabschnitte oder Querdurchschnittsflächen derselben, sind — wenn grösser — dem blossen Auge (als rundliche Oeffnungen) sichtbar; wenn kleiner, nicht. Bei 15facher Vergrösserung erscheinen sie als dunkle Ringe', mit hellerem, röthlichem oder gelblichem Inhalt. Bei stärkerer Vergrösserung (50 — 360) erkennt man an feinen Querabschnitten, namentlich durch arterielle Gefässe, die Zellhaut, die schön gefaserte mittlere, dickere, Muskelhaut und die innere, oft schön mit Epithelium besetzte Gefässhaut. An passenden Abschnitten aus der Arteria spinalis anterior hat man oft Gelegenheit, diese Verhältnisse sehr gut und leicht zu beobachten, und nach hieran erlangter Kenntniss die feineren Verzweigungen innerhalb des Rückenmarks besser zu beurtheilen. An den feinen Verzweigungen werden die Gefässhäute so fein, dass ein Unterschied zwischen Arterien und Venen nicht zu erkennen ist. Das Blut selbst verhält sich in den Querabschnitten der Gefässe, wie oben von den Längsabschnitten beschrieben worden ist.

Auf Schrägabschnitten von Gefässen sieht man, ausser deren Seitencontouren, wie an Längsabschnitten, auch noch Längsfasern zwischen den Seitenrändern nächst dem einen Ende des Gefässabschnitts, an welchem das zugespitzte Ende der schräg abgeschnittenen Gefässwandung sichtbar ist. Diese Längsfasern liegen in mehreren Lagen übereinander und machen oft das Bild unklar; aufliegende Blutzellen vermehren meist diese Unklarheit.

Die sämmtlichen grösseren Gefässverzweigungen innerhalb des Rückenmarks zeigen sich, in allen Abschnitten aus gehärteten Präparaten, mehr oder weniger deutlich gesondert von der umgebenden Nervensubstanz, durch einen mehr oder minder breiten, mehr oder weniger unterbrochenen Zwischenraum, welcher dadurch entsteht, dass die Wandung der Gefässe, wie die Nervensubstanz, vorzugsweise durch die Härtungsflüssigkeit condensirt wird, schrumpft (durch Weingeistwirkung wird — in Folge der Wasserentziehung — diese Schrumpfung wohl noch etwas vermehrt). Die feinsten Gefässausbreitungen

sind in Abschnitten nicht in langen Strecken zu verfolgen. Dass durch sie Täuschungen leicht entstehen können, darf nicht geläugnet werden, und zwar trägt sowohl die Wandung wie der Inhalt zur Erzeugung täuschender Bilder bei. Blutzellen können von Ungeübten für kleinste Nervenzellen, ein Blutgefässdurchschnitt zuweilen für eine grosse Nervenzelle gehalten werden. Indess eine sorgsame Untersuchung mit starker Vergrösserung, eine Vergleichung verschiedener unzweifelhafter Theile mit den problematischen, — schützt endlich gegen solche Irrthümer, die doch immer nur von ganz vereinzelten Theilen genannter Art, nicht von haufenweise beisammen liegenden möglich sind.

b) Aus frischem Rückenmark. Es ist hier wiederum nur von Blutgefässen die Rede, welche in feinen Abschnitten, die in dem Compressorium unter dem Mikroskop untersucht werden, sichtbar sind und zu Täuschungen Anlass geben könnten. Das frische Rückenmark des Kalbs ist zu den ersten Untersuchungen am geeignetsten. Die grösseren Blutgefässe lassen sich bei 15facher Vergrösserung oft weite Strecken lang in mehreren Verzweigungen verfolgen. Sie unterscheiden sich sehr deutlich von der übrigen Rückenmarkssubstanz, so lange man dieselben mit Blut mehr oder weniger gefüllt sieht. Sie zeigen alsdann eine röthliche, grauliche oder gelbliche Färbung, je nach dem grösseren oder geringeren Quantum des in ihnen enthaltenen Blutes. Die einzelnen Blutzellen lassen sich erst bei 140facher und höherer Linearvergrösserung deutlicher erkennen. Sie erscheinen viel kleiner als die Nervenzellen der grössten und mittelgrossen Gattung, und eine Verwechselung mit diesen ist nicht möglich. Nervenzellen erscheinen (verglichen mit Blutkörpern) bei 300facher Vergrösserung wie Haselnüsse und Erbsen, während die Blutzellen wie Stecknadelköpfe aussehen. Dagegen kommen die Blutzellen den kleinsten Nervenzellen nicht selten an Durchmesser gleich, und in einzelnen Fällen mag es schwer sein, vereinzelte der genannten Elemente in feinen Abschnitten einmal nicht zu verwechseln. Wo aber Blutzellen in grosser Menge beisammenliegen, verhütet schon ihre Farbe die Verwechselung mit Nervenzellen, während gleichzeitig der Mangel der charakteristischen Ausläufer aller Nervenzellen (besonders der grösseren, aber nicht der kleinsten) im Allgemeinen eine Verwechselung beider fast unzulässig macht.

Quer- und Schrägabschnitte von Blutgefässen aus frischem Rückenmark sind, der Weichheit der Masse wegen, nicht so zu erlangen wie aus gehärteter Substanz.

Gefässzweige, welche keine Blutkörperchen enthalten, erscheinen als lange durchsichtige Streifen, welche zuweilen wohl mit Fortsätzen grosser Nervenzellen auf den ersten Blick von einem noch Ungeübten verwechselt werden könnten. Genaue mikroskopische Verfolgung des Verlaufs genannter Streifen bis zu einer Nervenzelle, oder bis zu einem grösseren Gefässstück, in welchem allenfalls noch Blutzellen enthalten sind, bedingt die Aufklärung, deren nur ein Anfänger bei diesen Fällen bedürftig sein möchte, da übrigens Nervenzellen-Fortsätze und Gefässwandung sich unschwer unterscheiden lassen.

2. *Ueber das Verhalten der membranösen Theile in feinen Abschnitten aus dem Rückenmark.*

Von den häutigen Umhüllungen des Rückenmarks, welche Fortsätze in das Innere dieses Organs senden, ist — in Bezug auf die dicken Fortsätze — am wenigsten eine optische Täuschung zu befürchten. Da wo die dicken Fortsätze der Pia mater in das Rückenmark eindringen, zeichnen sich diese Stellen an Abschnitten gehärteter Präparate durch ziemlich starke Spalten aus, welche auch dem unbewaffneten Auge sichtbar sind. Meistens sind Gefässe zugleich darin enthalten. Bei Abschnitten aus frischem Rückenmark geben diese Fortsätze ebenfalls nicht zu Täuschungen Anlass. Sie erscheinen bei 15facher Vergrösserung immer als dunkel- oder hellgelbe, mehr oder minder durchscheinende, Massen,

oft durch das Blut der in ihnen enthaltenen Gefässe roth oder grünlich gefärbt. Die Elemente derselben unterscheiden sich aber genügend von den genuinen Nervenprimitivfasern, so dass es überflüssig ist, hierbei länger zu verweilen.

* * *

Für den Forscher, welcher die Untersuchung des Rückenmarks beginnt, ist die Kenntniss der beschriebenen Thatsachen ein unerlässliches Bedürfniss. Es sind die vorbereitenden Untersuchungen, die demselben als sichere Anhaltspunkte dienen. Es sind die Schlüssel zu einigen Hieroglyphen in der Sprache der Natur. Eine kurze Uebersicht möge die wichtigsten hier zusammenstellen:

Verhalten der durch Chromsäure (und Weingeist) gehärteten Hauptsubstanzen des Rückenmarks unter dem Mikroskope, bei 15facher Linearvergrösserung und bei durchfallendem Lichte.

	Weisse Substanz (wenn aus parallelen Fasern bestehend)		Graue Substanz	
	Auf Längsabschnitten.	*Auf Querabschnitten.*	*Grosse Nervenzellen.*	*Kleinere und kleinste Nervenzellen.*
a. Feinste Abschnitte.	Silbergraue Farbe; graue und weisse Streifen abwechselnd, parallel neben einander liegend, in Continuität längs des Abschnitts.	Dunkelgraue oder schwarzgraue Farbe; gleichmässig körnige Masse, wie schwarze feine Körner mit hellen Punkten abwechselnd.	Hellgelbe oder weissliche Stellen, stecknadel-kopfgross, sternförmig, mit deutlichen hellen, faserartigen Fortsätzen und einem dunkleren Kern in der Mitte.	Hellgelbe oder weissliche Stellen, 4—5 Mal kleiner (und mehr) als die grossen Nervenzellen, mehr eckig als rund, mit dunklem Punkt (Kern) in der Mitte (die kleinsten Nervenzellen erscheinen nur in Massen als feinkörnige Substanz).
b. Weniger feine Abschn.	Dunkelgraue Farbe; dunkelgraue Bündel, in Continuität längs des Abschnitts, mehr oder weniger parallel, hie und da helle Streifen parallel mit den Bündeln.	Schwarze Farbe, undurchsichtige Masse.	Dunkler gelbe Stellen, heller als die Umgebung, von genannter Grösse, mit mehr oder weniger deutlichen Fortsätzen und Kernen.	Dunkler gelbe Massen von körnigem Aussehen, ohne erkennbare Einzelheiten.

Diese Uebersicht kann sich ein Jeder, nach den vorausgegangenen Mittheilungen, vergrössern und durch beigefügte Zeichnungen vervollständigen.

Historisches und Critisches

über die Methode der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks im Allgemeinen.[98])

a. Die Härtung des Rückenmarks betreffend.

Die ältesten Beobachter hatten schon die verschiedene Weichheit resp. Härte des Rückenmarks resp. der centralen Nervensubstanz verschiedener Thiere kennen gelernt, und auf mannichfaltige Weise versucht, bei der anatomischen Untersuchung dieses Hinderniss zu beseitigen. So sagte schon Gerhard Blasius, im 17. Jahrhundert, dass das Rückenmark „mollior .. in porco, quam in cane, vitulo aliisque subjectis" sei (Blasius, 1666, l. c., p. 54), „et huic substantiae mollitiei debetur, quod eam

98) Ich werde auch in diesem Abschnitt mich nicht auf eine erschöpfende historische Darstellung der zu besprechenden Punkte einlassen, sondern nur die mir als die wichtigeren erscheinenden besprechen.

rite examinare dificillimum omni tempore fuerit“ (ibid.). Dass man die Weichheit durch verschiedene chemisch wirkende Mittel, Weingeist, Alaun-, Sublimat-, Kochsalz-Auflösungen etc. zu beseitigen suchte, ist bekannt. Da aber die Besprechung der Geschichte dieser Versuche mich unnützer Weise zu weit von meinem Ziele abführen würde, so übergehe ich sie. [99]) Dass noch Rolando (1824, l. c. pag. 66 u. a. O.), wie ich selbst (1842—1846, s. meine Schrift über das Rückenmark, die Medulla oblongata und den Pons Varolii) u. A. diese verschiedenen Härtungsmittel anwandten, ist bekannt, und dass vorzugsweise der Alkohol bis in die neueste Zeit zu diesem Zwecke angewendet wird, soll weiter unten noch besprochen werden.

Auch die Kälte wurde versucht, um der weichen Nervensubstanz durch Gefrierenlassen eine grössere Consistenz zu geben, und Gennari [100]) stellte seine Beobachtungen an gefrornen Gehirnen an, „in humano cerebro, quod saepe sua in sede conglaciatum dissecui, haec sedula inspectione assequutus sum...“ Gennari, „medicinae doctoris collegiatus“ in Parma, spricht indess in seinem Buche nicht vom Rückenmark, das er auch nicht untersucht zu haben scheint.

Eine neue Epoche in der Untersuchung des Rückenmarks begann unstreitig mit der von Jacobson und vorzugsweise von Hannover versuchten Anwendung der Chromsäure zur Conservirung resp. Härtung thierischer Theile, resp. des Rückenmarks, behufs anatomischer Untersuchung.

Die Anwendung der Chromsäure zur anatomischen Untersuchung des centralen Nervensystems rühmte nämlich zuerst Hannover [1]). Er vermischte gewöhnlich 1 Theil Säure mit 16 bis 20 Theilen Wasser; fügt aber hinzu: „Ich habe aber auch ohne Schaden stärkere und schwächere Auflösungen gebraucht. Will man die Gegenstände erhärten, so müssen sie entweder kurze Zeit in stärkerer, oder längere Zeit in schwächerer Lösung liegen. Letzteres ist vorzuziehen, weil durch eine starke Auflösung die äussersten Schichten zu schnell erhärten und dadurch das Durchdringen der Säure bis in die Mitte des Gegenstandes gehindert wird.“ Vier Jahre später modificirte Hannover (Recherches, 1844, pag. 2) seine Angaben: „Quant à l'usage de l'acide chromique étendu d'eau .. c'est par erreur, que la force de la solution y est portée trop haut; il n'y faut ajouter, que ce qui est nécessaire pour donner à la solution une couleur de paille claire. Quelques essais suffiront pour trouver la proportion convenable aux différens objects, qu'on désire conserver.“ Diese Modification bezieht sich weniger auf die Chromsäurelösung als eines Härtungsmittels, als vielmehr auf diese Säure als eines Aufbewahrungsmittels verschiedener Theile des Nervensystems.

Wenige Jahre nachher (1842) vollführte ich meine ersten Untersuchungen über das Rückenmark, und ich wandte sowohl die Kälte (das Gefrierenlassen des Rückenmarks), wie hauptsächlich den Alkohol an [2]), und ich kann hier nur wiederholen, dass — wenn die von mir vorgeschlagene Methode [3]) genau befolgt wird, und wenn nur solche Rückenmarke angewendet werden, welche erst kurze Zeit (1—2 Wochen) in fast täglich oder alle zwei Tage gewechseltem, allmählig stärkerem Weingeist gelegen haben — die Untersuchung solcher Rückenmarke nahezu alle diejenigen Vortheile gewährt, welche man nur von künstlich gehärtetem Rückenmark verlangen kann. Die einzigen Vorzüge, welche ich Abschnitten aus in Chromsäure gehärtetem Rückenmark vor solchem, das in Alkohol gehärtet ist, zugestehe, sind die, dass man auf Querabschnitten die Kreuzungsfasern der vorderen Commissur des Rückenmarks leichter erkennt und deutlicher sieht, sowie dass man auch bei schwächeren Vergrösserungen die einzelnen Rückenmarks-Elemente etwas schärfer erkennt. Im Uebrigen aber ist die richtig

[99]) Bellingeri (1823, l. c p. 5) härtete das Rückenmark durch Behandlung mit Salpetersäure, sehr verdünnt mit Wasser, nach Racchetti's Vorgang.

[100]) Francisc. Gennari, de peculiari structura Cerebri nonnullisque ejus morbis. Parma 1782. 8°.

[1]) Hannover, in: Müller's Archiv, 1840, p. 549 ff.

[2]) S. meine, gemeinschaftlich mit Wallach herausgegebene, erste Schrift über den Bau des Rückenmarks. 1842.

[3]) S. hierüber meine Schrift über die Medulla oblongata (1843) und über den Pons Varolii (1846).

ausgeführte Härtung in Alkohol immerhin als eine gute Methode zu bezeichnen, die nur deshalb der Härtung in Chromsäure nachzusetzen ist, weil die in Alkohol allein gehärteten und aufbewahrten Rückenmarkstheile zu rasch für die Untersuchung untauglich werden, weil sich zahlreiche Ausscheidungen von Cholesterinkrystallen im Innern (wie an der Oberfläche) bilden, die die einzelnen Theile und Elemente vielfach undeutlich machen, ein Uebelstand, der in Chromsäurepräparaten nahezu wegfällt. Für den Anfänger ist die Untersuchung von Rückenmarken, die in Alkohol nach der von mir bezeichneten Methode gehärtet worden sind, sehr zu empfehlen; eben so für die Untersuchung der gröberen Texturverhältnisse des Rückenmarks. Ueberdies ist hervorzuheben, dass bei der Untersuchung solcher Rückenmarke die Rasirmesser unvergleichlich weniger verdorben werden, als an in Chromsäure gehärteten, da die Schneiden rasch durch diese Säure abgestumpft werden.

Die Anwendung der Chromsäure zur Härtung des Rückenmarks wurde nun hauptsächlich durch Kölliker's Empfehlung seit dem Jahre 1850 allgemeiner. Kölliker sagt: „Ich habe meine Untersuchungen mit Hülfe der von Hannover mit Recht empfohlenen Chromsäure gemacht, an deren Stelle auch chromsaures Kali genommen werden kann. Es ist nicht leicht, das richtige Verhältniss der Säure zu treffen, und das Mark, das vorher seiner Dura mater beraubt und an beliebigen Stellen mit einem scharfen Messer quer durchschnitten wird, durch und durch so zu erhärten, dass man leicht ganz feine Querschnitte von demselben entnehmen kann. Ist die Lösung zu verdünnt, so bleibt dasselbe im Innern weich und fault, ist sie zu concentrirt, so wird dasselbe brüchig, spröde, und lässt sich keine grösseren Segmente entnehmen. Ich habe leider versäumt, die bestwirkende Lösung nach Procenten zu bestimmen, und kann nur so viel sagen, dass eine solche von weingelber Farbe am besten wirkt." [4])

Ueber die Wirkung der Chromsäure auf die Nervenelemente sagt Kölliker: „Die graue Substanz wird durch die Chromsäure kaum verändert, ausser dass ihre Elemente leichter sich lösen [?], und ich habe die Nervenzellen derselben sammt ihren Fortsätzen und die Nervenfasern fast auf keine andre Weise schöner gesehen. Chromsäure alterirt — wie schon Hannover angiebt . . die Nervenröhren, besonders der grauen Substanz, so wenig, dass die meisten derselben nicht einmal varicös werden. Ich habe nirgends schönere Nervenröhren der grauen Substanz gesehen, als an Chromsäurepräparaten, und bin der Ansicht, dass von allen bekannten Mitteln dieses das beste ist, um dieselben zu studiren." [5])

Diese Angaben Kölliker's muss ich im Ganzen auch als mit meiner Erfahrung übereinstimmend bezeichnen. Die Härtungsmethode Kölliker's ist aber in mancher Beziehung mangelhaft, wie bereits oben (pag. 14, ff.) mitgetheilt worden ist. Besonders hervorzuheben ist der Umstand, dass Kölliker die Chromsäurelösung nicht allmählig verstärkt, sondern gleich die ganze Stärke der Säure in Anwendung bringt. Daher musste es kommen, dass er solche oft zu schwach, oft zu stark nahm, und deshalb oft mangelhaft gehärtete Theile erhielt. Dies wird vermieden durch die von mir im Vorausgehenden beschriebene Methode der allmähligen Verstärkung des Chromsäuregehalts der Härtungsflüssigkeit. Dass die Rückenmarkselemente fast gar nicht durch Chromsäure verändert werden, muss auch ich, übereinstimmend mit Hannover und Kölliker, annehmen und muss ganz in das von Kölliker dieser Säure zugetheilte Lob einstimmen. Indess kann ich den Tadel, welchen Kölliker in Betreff der Weingeisthärtung ausspricht, keineswegs theilen, wie aus dem bereits Gesagten hervorgeht. Kölliker hat wahrscheinlich die Weingeistpräparate nicht frisch genug untersucht.

[4]) Kölliker, Mikr. Anat. pag. 424; Gewebel. 1. Aufl. (modificirt) p. 282. Noch kürzer in der 2. Aufl. pag. 302. Die Härtung durch Alkohol widerräth Kölliker, Mikr. Anat. p. 424.

[5]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424; Gewebel. 1. Aufl. (kürzer) p. 282.

Clarke (l. c. 1851) wandte bei allen seinen Untersuchungen im Jahre 1851 den Weingeist als Härtungsmittel an, und fertigte von so gehärteten Rückenmarks-Stücken relativ dicke Abschnitte an, welche erst einer weiteren Behandlung zur Aufhellung bedurften, bevor sie zur Untersuchung tauglich waren. Das Genauere wird weiter unten besprochen werden.

Seit dem Jahre 1852 wurde durch das eifrige Streben Bidder's und seiner Schüler die Chromsäure allmählig mehr und mehr zu der ihr gebührenden Geltung, bei der Vorbereitung des Rückenmarks zur Untersuchung durch Härtung, gebracht. Schilling (l. c. 1852) wandte bei seinen Untersuchungen ausschliesslich die Chromsäure zur Härtung an: „Acidum chromicum purum adhibuimus, cujus partes centenae 3—4, in aqua destillata solutae, paucis diebus medullam spinalem adeo indurabant, ut tenuissimis segmentis dividi posset. Adhibita solutione Kali chromici vel maxime concentrata eundem effectum, nisi pluribus praeterlapsis mensibus, non impetravimus. Nimis concentratae solutiones, plus quam part. cent. quinque exhibentes, paucis quidem horis [] medullam spinalem satis durant, at substantiam ejus tam fragilem efficiunt, ut tenuiter dissecari non possit" (l. c. p. 4). Da Schilling vorzugsweise das Rückenmark von Katzen gebrauchte, so erklärt es sich, dass er schon nach „paucis diebus" die Marksubstanz genügend hart fand, oder in starker Säure schon nach wenig Stunden. Bei'm Kalbs-, Menschen- etc. Rückenmark, die umfänglicher sind, bedarf es mehrerer Wochen der Säurewirkung, bis die genügende Härte entsteht. Die 4—5procentige Lösung kann übrigens als ganz passend bezeichnet werden. Dass ich aber die allmählige Verstärkung des Säuregehalts für besser halte, als die Anwendung einer 4—5procentigen Chromsäurelösung von vorn herein und ein für alle Male, ist genügend auseinandergesetzt.

Die Chromkalisolution wirkt, auch nach meinen Erfahrungen, langsamer härtend, als die reine Chromsäure.

Zur Härtung des Rückenmarks, als Vorbereitung der Zerlegung desselben in feine Abschnitte, empfiehlt R. Wagner [6]): 1) die Härtung in Weingeist, welche er ganz nach den von mir gemachten Angaben bewirkt. 2) Die Härtung in verdünnter Chromsäure. „Die Stärke des procentischen Gehalts der Chromsäurelösung muss verschieden sein, je nach der Dicke der Stücke des Rückenmarks, die eingelegt sind, und ist auch von der Temperatur abhängig. Bei'm Rückenmark der Katze [das Wagner empfiehlt] muss die Lösung dunkel „weingelb" sein. Wagner lässt die Säure „einige Wochen" einwirken. Dass jede dieser beiden Methoden ihre eigenthümlichen Vortheile hat, bemerkt Wagner p. 193." Ich stimme hiermit fast ganz und gar überein. Die Einflüsse der Temperatur habe ich aber — bis jetzt — nicht wahrnehmen können.

Zu gleicher Zeit mit Wagner's Arbeiten (von 1854) erschienen einige neuere Schriften aus der Bidder'schen Schule, ich meine die von Owsjannikow und von Kupffer. Auch Owsjannikow (l. c. p. 9) härtete das Rückenmark in Chromsäurelösung von 2 Procent Gehalt reiner Säure. Auch behauptet er, dass Weingeistpräparate in Chromsäurelösung gelegt, „eadem commoda praebere" wie die reinen Chromsäurepräparate — was ich nicht finden kann. Sogar, wenn man schwachen Weingeist und Chromsäure gleichzeitig anwendet, erlangt man nicht das schöne Resultat wie durch Chromsäure allein. Die Rückenmarke der Säugethiere sollen nach 6—8 Wochen, die der Vögel, Fische und Frösche nach 2—3 Wochen schon hart genug sein, um mit dem Rasirmesser die feinsten Abschnitte zu nehmen. Da Owsjannikow seine Untersuchungen hauptsächlich an Fischen anstellte, so erklärt es sich, dass er einen viel schwächeren Procentgehalt der Säure nahm als Schilling. Ich habe oben (p. 1036) angegeben, dass auch meine Erfahrungen zeigen, dass bei'm Rückenmark kleinerer Thiere, resp. der Fische, eine schwache Lösung passender ist. Wenn aber Owsjannikow seine Angaben

[6]) R. Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 192.

auch auf das Rückenmark der grösseren Säugethiere bezieht, so zeigt er evident, dass er hier nicht aus genügender Erfahrung spricht.

Dass die Chromsäure die Elemente des Nervensystems unverändert lässt, sagt auch Owsjannikow (l. c. pag. 10): „Telae organicae, si acido chromico tractantur, rigescentes quasi formas primitivas offerunt, eoque modo fere easdem rationes morphologicas, quae vivo organismo statuendae videntur, oculis proponunt." Hiermit stimmen meine Erfahrungen, wie diejenigen anderer Forscher, in Bezug auf das Rückenmark (und Nervensystem) wenigstens, überein.

Chromsäure zur Härtung des Rückenmarks der Frösche gebrauchte Kupffer. Er nahm, wie Owsjannikow, 2 Procent krystallisirte Säure auf 100 Theile Wasser (l. c. p. 10). Dass auch ich dieses Verfahren passend finde, geht aus den oben (p. 1036) gemachten Mittheilungen hervor. Ueber die Wirkung der Chromsäure auf die Nervenfasern des Frosch-Rückenmarks sagt Kupffer (l. c. p. 29) dass das Nervenmark rasch coagulirt werde, „fibrarum latarum medullam brevi tempore coagulari, uti dicunt, vel potius opacam fieri." Indessen verhält es sich hier wie bei den höheren Wirbelthieren. Die Chromsäure dringt in die feinen Röhrchen-Systeme und färbt sie, dergestalt, dass sie jetzt gesehen werden können, während sie vorher durchsichtig waren und nicht erblickt werden konnten. Ein frei in der Nervenröhrenhülle liegendes Nervenmark ist nicht zu statuiren, und daher kann ich auch nicht mit der von Kupffer gegebenen Erklärung übereinstimmen.

Zu gleicher Zeit, wie die eben genannten Beobachter, veröffentlichte auch Schröder v. d. Kolk seine Härtungsmethode. Schröder v. d. Kolk findet 15—18-gradigen Spiritus („gewone spiritus van 15 of 18 graden is beter dan sterkere", l. c. pag. 24) zur Härtung des Rückenmarks besser als den von mir gebrauchten stärkeren, weil sich solches dann länger zur Untersuchung eigne und weniger rasch durch Ausscheidung von „onregelmatige glomeruli of granulatien tusschen de vezels" unbrauchbar werde. Ich habe aber auch nur frischgehärtete (und nicht alte) Rückenmarke zur Untersuchung empfohlen, und kann daher mit Schröder van der Kolk nicht einstimmen. Indess ist zu bedenken, dass dieser Forscher ein complicirtes Verfahren — ausser der Härtung — anwandte (s. u.), um die von ihm aus dem Rückenmark genommenen — viel zu dicken — Segmente mikroskopisch zu erforschen, wobei die Anwendung schwachen Weingeists nothwendig, und die des starken unpassend ist.

Die von Metzler (1855) gebrauchte Methode der Härtung u. s. w. ist die Bidder'sche [7]. Ausführlicher handeln Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Schrift von 1857 über die Härtung des Rückenmarks. Bidder und Kupffer (p. 7) haben versucht, „Rückenmarksstücke durch einfaches Austrocknen an der Luft so weit zu erhärten, als zur Bereitung durchsichtiger Segmente erforderlich ist." Jedoch scheinen die Verfasser keine besonderen Vortheile bei diesem Verfahren gefunden zu haben, welches auch ich nur zu dem von v. d. Kolk benutzten Zwecke, der Erkenntniss der Blutgefässe im Rückenmark nämlich, anwendbar finde. „Der Fäulniss anheimfallende Präparate, die R. Wagner empfiehlt" (pag. 193, Neur. Unters.) haben Bidder und Kupffer „nie erprobt" (pag. 8). Nach meinen Erfahrungen kann ich indess die von Wagner empfohlene Methode zu dem von ihm beabsichtigten Zweck keineswegs so gering achten, wie Bidder u. Kupffer zu thun scheinen. Wagner fand den Zusammenhang der Nervenprimitivfasern mit den betreffenden Nervenzellen bei Torpedo (im Lobus electricus cerebri) bei'm Zerzupfen solcher Präparate mit Nadeln leichter als an frischen Objecten. Und hier dürfte Wagner's Empfehlung sehr zu berücksichtigen sein. Natürlich sind durch einen schwachen Grad von Fäulniss erweichte Theile nicht passend, um feine Segmente davon zu nehmen.

Als bestes Mittel zur Härtung des Rückenmarks benutzen aber Bidder und Kupffer die Chromsäure; und zwar benutzen sie [8]) eine Chromsäurelösung von höchstens 2 Procent Gehalt an

[7]) Metzler, l. c. Vorrede, p. 5. [8]) Bidder und Kupffer, 1857, p. 3.

crystallisirter Säure; „eine 1—$1\frac{1}{2}$-procentige Lösung habe ich im Allgemeinen am brauchbarsten gefunden", sagt Bidder p. 3. Bidder und Kupffer bemerken ferner (p. 3), dass von zwei Rückenmarken, die von zwei unter gleichen Umständen lebenden und gleichzeitig getödteten Thieren genommen, und in gleich starke Chromsäurelösungen, in dasselbe Gefäss, gethan waren, das eine nach Ablauf einer gewissen Zeit brauchbar, das andre entweder zu weich geblieben, oder zu brüchig geworden war." Bidder und Kupffer lassen es unentschieden, aus welchen Ursachen dies geschieht, und schliessen, dass man „jedenfalls bei der Vorbereitung von Chromsäurepräparaten des Erfolges keineswegs im Voraus sicher, sondern zum grossen Theile dem Zufall Preis gegeben" sei (p. 3). Bidder u. Kupffer fanden auch an Augen verschiedene Folgen durch Chromsäurewirkung eintretend, dass z. B. in einem Auge der Glaskörper käseartig fest wurde, ein anderer dünnflüssig war etc.

Nach meinen Erfahrungen liegt die Ursache der von Bidder und Kupffer beobachteten Verhältnisse stets in dem Rückenmark selbst. Das eine ist oft härter als das andre, aber stets durch die dem Tode vorausgegangenen Lebensverhältnisse bedingt. Wenn ein Thier kurz vor dem Schlachten eine längere Strecke gehen oder laufen musste, alsdann ist sein Rückenmark so weich, dass es kaum zu gebrauchen ist; und umgekehrt. So habe ich von Metzgern, die ihre Ochsen sogleich nach dem Transport vom Lande her schlachteten, zuletzt nie mehr Rückenmark genommen; Kälber, die abgetrieben, mit Hunden gehetzt waren, ehe sie geschlachtet wurden, hatten weiche Rückenmarke; solche, die gefahren oder getragen worden waren, hatten harte Rückenmarke. Die von Bidder und Kupffer angegebene Stärke der Chromsäure-Lösung ist für Rückenmark vom Menschen, Kalbe etc. im Allgemeinen zu gering; daher mussten sie wohl häufig genug das Rückenmark zu wenig darin gehärtet finden. Wenn man die oben von mir beschriebene Methode in Anwendung zieht, so ist man des Erfolges aber allerdings stets sicher.

Die zur hinreichenden Erhärtung eines Rückenmarks in Chromsäure erforderliche Zeit geben Bidder und Kupffer bei Fischen auf 8—14 Tage, bei Katzen und Hunden auf 3—5 Tage, bei dem Pferde und Rinde so wie bei'm Menschen auf 4—6 Wochen an (pag. 3). Nach meinen Erfahrungen lässt sich die Zeit nie so scharf und nicht nach Tagen oder Wochen bestimmen. Am besten ist es, dass man während der Härtung die Rückenmarke öfter untersucht, und sobald sie den gehörigen Grad der Härtung haben, gebraucht, resp. in Alkohol legt.

Dass „graue und weisse Rückenmarkssubstanz sich gegen die Chromsäure keineswegs gleich verhalten, dass jene nicht selten noch weich und nachgiebig ist, während diese den hinreichenden Grad von Festigkeit schon erlangt hat, ja sogar über denselben schon hinausgegangen ist", bemerken Bidder und Kupffer p. 4. Solche Erfahrungen habe ich auch gemacht, an Rückenmarken z. B., deren einzelne Theile weisser Substanz erweicht waren (s. o. Centralcanal, pag. 15). Im Allgemeinen aber kann ich nicht anders als behaupten, dass die graue Rückenmarkssubstanz sich rascher härtet als die weisse; oft erscheint die graue Substanz (an der Schnittfläche eines Stücks in Chromsäure liegenden Rückenmarks) nach den ersten Tagen wie vertieft, d. h. mehr condensirt als die weisse Substanz. Die weisse Rückenmarkssubstanz in Chromsäurepräparaten wird, nach Bidder und Kupffer (p. 35), um so intensiver olivengrün, je länger die Chromsäure einwirkt. „Die graue Substanz ist ungleich heller, gelblich grün gefärbt."

Sobald das Rückenmark in der Chromsäurelösung den gehörigen Grad von Härte erlangt hat, rathen Bidder und Kupffer, „dasselbe in eine etwa 3-procentige Lösung von saurem, chromsauren Kali zu legen, weil es in letzterer seine schnittfähige Beschaffenheit behält, während es bei längerem Verweilen in der Chromsäure spröde und brüchig wird" (p. 4). Letzteres kann ich bestätigen; ersteres rathe ich nicht, weil das Einlegen in Alkohol besser ist.

Dass wir „für die Wirkung der Chromsäure weder im Concentrationsgrade derselben, noch in der Dauer der Einwirkung einen sichern Maassstab haben", sagt Jacubowitsch (1857, p. 6) über-

einstimmend mit meinen Erfahrungen. Letztere aber zeigen genügend, dass bei gehöriger Aufmerksamkeit der gewünschte Zweck nicht verfehlt werden kann. Auch Jacubowitsch empfiehlt die Chromsäure als Härtungsmittel und (Jacubowitsch l. c. 1857, pag. 6) giebt an, „dass kein Mittel geeigneter ist, um die Structur des Rückenmarks, . . die gesammte topographisch-mikroskopische Anatomie des Central-Nervensystems, zur klaren Anschauung zu bringen, als eben die Chromsäure."

b. Die Zerlegung des Rückenmarks in feine Segmente betreffend.

Dass zur genaueren Erforschung der feineren Textur des Rückenmarks die Zerlegung desselben in feine Segmente oder Abschnitte u. s. w. nothwendig ist, erkannten schon die älteren Forscher, und versuchten demgemäss verschiedene Wege zur Erlangung dieses Zwecks. So verfertigte schon Rolando (1824, l. c.) feine Querabschnitte aus gehärtetem Rückenmark mit dem Rasirmesser und untersuchte solche mit der Lupe . . . „si viene con rasoio ben affilato a tagliare transversalmente un qualche pazzo di midollo spinale, nell' indicata maniera preparato, esaminando con lente mediocre." . . Dass Rolando bereits manchen wichtigen Fund in Betreff der feineren Rückenmarks-Textur durch seine Arbeiten gethan hat, ist an verschiedenen Stellen dieser Schrift gezeigt worden. Die Segmente Rolando's waren aber nicht so fein, um bei den stärkeren Vergrösserungen gebraucht werden zu können; und daher blieb seine Kenntniss der Elemente des Rückenmarks noch ganz zurück. Auch lag in der Anfertigung seiner Segmente kein System (s. u.), indem er nur Querabschnitte machte (nicht Längs- etc. Abschnitte, und nicht Querabschnitte Schicht für Schicht), und daher blieb ihm gar Vieles in Betreff der gröberen Rückenmarks-Textur verborgen, was er selbst mit der Lupe oder den schwachen Vergrösserungen des Mikroskops hätte entdecken können.

Valentin untersuchte 1836 das Rückenmark frisch geschlachteter Schaafe, Tauben u. s. w., indem er mit einem spitzen zweischneidigen Messer eine möglichst dünne Lamelle des Rückenmarks unter Wasser loslöste, das so genommene membranartige Stückchen unter das Mikroskop brachte, und unter vorsichtiger Anwendung von Compression dasselbe untersuchte [9]). In dieser Weise untersuchte Valentin das Rückenmark „lagenweise von aussen nach innen", und suchte so über den allgemeinen Lauf der Primitivfasern im Rückenmark die richtige Vorstellung zu erlangen.

Dass diese Methode manches Schätzenswerthe bietet, kann nicht in Abrede gestellt werden; indess giebt sie nur stückweise Anschauungen, die eine richtige Erkenntniss des ganzen Baues weniger gestatten, als vergleichende Durchschnitte resp. Abschnitte durch die ganze Dicke oder Breite des Organs. Denn Valentin konnte mit dem Messer begreiflicher Weise nur schmale und kurze Lamellen abtragen, die nicht die ganze Breite oder Dicke des Rückenmarks in sich fassen; da er „lagenweise von aussen nach innen" untersuchte, so machte er begreiflicher Weise nur Längsabschnitte. Es verdient aber besonders hervorgehoben zu werden, dass Valentin zuerst die einzig richtige Idee ausgesprochen, wenigstens angedeutet hatte, welche zu einer richtigen Erkenntniss des Rückenmarks-Baues führen kann, nämlich die „lagenweise" Erforschung, die ich später als Untersuchung Schicht für Schicht bezeichnet habe.

Noch mehr als von Valentin geschah aber dieses vier Jahre später durch Hannover. Dieser hatte nämlich 1840 [10]) in Chromsäure gehärtetes Gehirn und Rückenmark zur „Untersuchung ihrer Schichtungsverhältnisse" benutzt, indem er jene „mit einem scharfen Messer in die feinsten Scheiben zerlegen und so Stück für Stück verfolgen konnte." Waren die Abschnitte zu undurch-

[9]) Valentin, in: Nova acta A. N. C. 1836. XVIII. p. 142. 143. 154.
[10]) Hannover, in: Müller's Archiv, 1840, p. 555.

sichtig — wegen zu starker Erhärtung — so wandte er, jedoch nur mit grösster Vorsicht, die Compression an, um sie durchsichtiger zu machen. Bei geringerer Erhärtung gelangen die Schnitte weniger gut, aber hier half er etwas mit leichter Compression nach. Einen passenden Mittelweg, meinte Hannover, müsste man durch einige Versuche kennen lernen.

Hannover lernte aus diesen seinen Untersuchungen einige Thatsachen kennen, die bereits oben erwähnt worden sind (Querfasern des Rückenmarks, Ursprung der Hirnfasern von Hirnzellen etc.); indessen lag es nicht in seinem Plane, die Morphologie des Rückenmarks auf diesem Wege weiter zu verfolgen.

Kurze Zeit nach der Veröffentlichung von Hannover's Arbeit begann ich meine Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Als ich im Jahre 1841 zuerst die Idee, aus der ganzen Dicke eines Rückenmarks einen feinen Querdurchschnitt zu machen und diesen wie den Querdurchschnitt eines Bauplans mikroskopisch zu prüfen, erst an einem frischen Kalbs-Rückenmark unvollkommen ausführte, dann aber am 25. Januar 1842, eine Kälte von — 13° R. benutzend, auf die weitere Idee verfiel, ein Rückenmark frieren zu lassen und aus dem durch Frost erstarrten Rückenmark einen möglichst dünnen Querdurchschnitt zu machen, um solchen mikroskopisch zu prüfen, — als ich nun ferner einen alsbald mit einem Scalpell genommenen mässig feinen Querabschnitt zwischen zwei Glasplättchen unter das Mikroskop brachte und hier bei 15facher Linearvergrösserung die prächtigen Querfaserstrahlungen (centralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarks öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein εὕρηκα gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief. Die weiteren Versuche, das Rückenmark durch passende Mittel zu härten, die Methode, das Rasirmesser statt des Scalpells anzuwenden und so feine Abschnitte zu machen, dass sie ohne Compression Schicht für Schicht unter dem Mikroskop untersucht werden konnten, das waren bald die von mir gefundenen leichten Folgen meiner ersten Idee. Der von mir bezeichnete Schlüssel ist zwar bis jetzt noch gar wenig benutzt worden, und erst in der neuesten Zeit hat man angefangen, ihm sein Recht zu lassen; er hat uns erst die äussersten Räume geöffnet; aber — er passt auch zu den innersten Gemächern, man muss ihn nur zu handhaben verstehen! In meinen Schriften über das Rückenmark (1842), die Medulla oblongata (1843) und über den Pons Varolii (1846) habe ich nun die mittelst dieser Methode gewonnenen Resultate niedergelegt. Dass ich auch in der vorliegenden Schrift wesentlich dieselbe Methode angewendet habe — ist oben genügend mitgetheilt worden.

Das Eigenthümliche der von mir in Anwendung gebrachten Methode bei der Zerlegung des Rückenmarks (etc.) in feine Segmente bestand und besteht darin, dass ich Segmente durch die verschiedensten Provinzen des Rückenmarks und in den verschiedenen Richtungen Schicht für Schicht mache, und durch die Vergleichung der Ergebnisse der mikroskopisch untersuchten verschiedenen Schichten den Bau des Rückenmarks so zu ermitteln suche, wie man aus dem Studium der verschiedenen Durchschnitte eines Bauplans, des Grundrisses, Aufrisses, Durchschnitts etc. der verschiedenen Etagen, den Bau eines complicirten Gebäudes erkennen lernt. Die Untersuchung nach solchem Systeme ist also dasjenige, was ich Neues zu dem hinzugefügt, was frühere Forscher auch schon gekannt hatten. Denn feine Quer- wie Längsabschnitte aus frischem wie aus gehärtetem Rückenmark hatten schon meine Vorgänger (s. o.) gemacht und untersucht.

Die Brauchbarkeit meiner Methode, durch feine Abschnitte die Structur des Rückenmarks zu erforschen, hatten Ludwig und Biel (l. c. 1843, pag. 16) bald nach dem Erscheinen meiner ersten beiden Schriften in Zweifel gezogen.[11]) „Ut exemplo confirmemus, praeparata ad Stillingii methodum

[11]) Ich habe bereits früher mitgetheilt, dass die, meinen Ansichten entgegenstehenden, Meinungen genannter Forscher über die Querfasern des Rückenmarks, die ich als centrale Nervenbahnen betrachte (s. die betreffenden Abschnitte dieser Schrift p. 277 und a. O.) im Ganzen ohne alle Begründung waren.

facta, esse fallacia et neutiquam idonea ad certam interpretationem, in memoriam revocamus Stillingii opinionem de pyramidum decussatione, quam hic negat. Constat autem oculis non armatis nusquam commixtionem ullam ac decussationem funiculorum medullae spinalis tam perspicue demonstrari posse, quam hoc loco.“

Ludwig und Biel haben aber hier aus einer Ansicht, welche ich ausgesprochen, nicht den richtigen Schluss gezogen. Ich gebe nämlich zu, dass die Pyramidenkreuzung vorhanden ist, und widerrufe meine frühere Negation derselben, die sich auf die Resultate gründete, welche ich aus Querabschnitten ziehen zu müssen glaubte. Durch fortgesetzte und genauere Untersuchungen ist es mir auch gelungen, die Pyramidenkreuzung, auf Längsabschnitten insbesondere, nachzuweisen, deutlicher als es mit unbewaffneten Augen zu sehen ist. Ich werde dieses Verhältniss in neuen Untersuchungen über den Bau der Medulla oblongata seiner Zeit erörtern. Ich gebe also zu, dass ich in meinen früheren Schriften manche Unrichtigkeit mitgetheilt habe [12]), und da von allen menschlichen Dingen der Irrthum nicht ausgeschlossen werden kann, so gebe ich sogar im Voraus zu, dass auch in dieser vorliegenden Schrift gar manches Unrichtige enthalten sein mag. Was ich aber nicht zugebe, das ist der Schluss, welchen Ludwig und Biel daraus gezogen haben. Weil ich aus meinen Abschnitten in gewisser Beziehung falsche Schlüsse zog, deshalb — sagen jene — seien die betreffenden Abschnitte „neutiquam idonea ad certam interpretationem.“ Das ist aber eine unrichtige Logik. Denn es ist nunmehr bewiesen, dass es nicht die Abschnitte sind, welche die Schuld des unrichtigen Schlusses tragen, sondern die des weniger geübten Beobachters. Der besser geübte und unterrichtete Beobachter zieht aus denselben Abschnitten richtigere Schlüsse, und die neueren Arbeiter auf diesem Felde haben endlich indirect die vollständige Widerlegung Ludwig-Biel's gegeben.

Wollte ich aus Ludwig-Biel's Behauptungen einen Rückschluss auf die von ihnen speciell angefertigten Abschnitte machen, so würde ich auf diese Biel-Ludwig'schen Segmente jene Behauptung der Verfasser anwenden können, und würde hierin den Grund finden, weshalb sie einestheils die Nervenprimitivröhren in den einzelnen Abschnitten nicht erkennen konnten, und die in Bezug hierauf von mir aufgestellten Angaben in Zweifel gezogen haben, — anderntheils auch ausser Stande waren, dasjenige zu bestätigen, was ich in meinen früheren Schriften bekannt gemacht habe und jetzt zum grössten Theile als unerschütterte Wahrheit aufrecht erhalten muss.

Förg [13]) behauptet (p. 46), dass die von mir angegebene Untersuchungsmethode „schon früher von vielen Encephalotomen, z. B. Rolando, Arnold, Burdach (für's grosse Gehirn) u. A. eingeschlagen wurde und durchaus nicht neu“ sei, weil auch jene Männer Querdurchschnitte an verschiedenen Höhepunkten der betreffenden Theile gemacht und solche untersucht hätten. Förg zeigt durch diese Aeusserung, dass er nicht genügend das Wesentliche meiner Methode erkannt hat, welches darin besteht, dass ich einen gewissen Theil (des Rückenmarks oder Hirns) — nicht durch an verschiedenen Höhepunkten gemachte Querschnitte untersuche, sondern — Schicht für Schicht in lauter feinste Querabschnitte ganz und gar zerlege, jeden einzelnen Abschnitt untersuche, dann den nämlichen Theil (aus einem andern Thiere gleicher Species) in lauter Längsabschnitte Schicht für Schicht zerlege, und nach der Untersuchung dieser endlich das vergleichende Resultat über die Textur des betreffenden Theils ziehe. Diese Methode ist allerdings, so weit ich weiss, eine früher nicht geübte, also neue.

[12]) Eine gute Critik übt Förg (Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Gehirns etc., Stuttgart 1844, p. 51—55), an meiner im Jahre 1843 gegebenen Beschreibung des Ursprungs der Pyramiden der Medulla oblongata. Dieser Punkt ist damals von mir nicht richtig erkannt worden. Die Kreuzung existirt, die Pyramidenfasern entspringen allerdings aus dem Rückenmark, wie ich gelegentlich genau darzulegen gedenke. Ich verwechselte hier auf Querabschnitten die helle (weisse, in Continuität theilweise erscheinende) vordere Commissur mit grauer Substanz.

[13]) Förg, Beiträge zur Kenntniss vom inneren Bau des menschlichen Gehirns etc., Stuttgart 1844. 8.

Was überdiess die von Förg gefertigten, als „dünne Scheibchen" bezeichneten, Segmente vom Rückenmark u. s. w. betrifft, so sind diese offenbar nicht fein genug gewesen und in der That ihres Namens unwürdig; ich würde dieselben vielmehr dicke Fragmente benennen, und daher musste es kommen, dass Förg solche nur mit auffallendem Lichte unter dem Mikroskop untersuchen (p. 48) und bei durchfallendem Lichte „fast gar nichts deutlicher unterscheiden konnte" (ibid.). Aus gleichem Grunde hielt auch Förg die von mir 1843 (Medulla oblongata) gegebenen Abbildungen nicht für naturgetreu, weil für ihn jene scharfe Distinction der einzelnen heterogenen Fäserschen an den Scheibchen nicht „erkennbar" war (pag. 48). Es ist diess übrigens der beste Beweis für Förg, dass die von ihm und unseren Vorgängern geübte Methode eine andere war, als die von mir ausgeführte. Förg (1844, l. c. p. 48) tadelt an meiner Untersuchungsmethode den Mangel der Blutgefäss-Injection vor dem Zerlegen in feine Segmente. Ich kann hiermit nicht einstimmen, weil aus injicirtem Rückenmark sich mit dem Rasirmesser nicht so genügend feine Scheibchen anfertigen lassen würden, und weil ferner die harte, mehr oder minder spröde, bei'm Schnitt ihre Form verändernde Injectionsmasse durch den Schnitt selbst zu Störungen der Organisationsverhältnisse Anlass geben würde.

Die späteren Beobachter (Budge, Engel, Blattmann) machten vom frischen Rückenmark Segmente in verschiedenen Richtungen, konnten aber, wie an früheren Stellen dieser Schrift zum Theil nachgewiesen worden ist, und wie später noch näher angedeutet werden muss, nicht zu genügend brauchbaren Resultaten kommen.

Erst seit Kölliker (1850—55) die von mir beschriebene Methode der Anfertigung feiner Segmente bewährt fand, konnte dieselbe eine allgemeinere Geltung gewinnen. „An . . gut erhärteten (durch Chromsäure) Objecten lassen sich nun mit dem Rasirmesser oder einem andern sehr scharfen Messer . . unter Vermeidung sägeförmiger Bewegungen feine, auch für die stärksten Vergrösserungen taugliche Segmente entnehmen, und mit oder ohne Druck und Reagentien bei verschiedenen Vergrösserungen erforschen." [14]) Nach Kölliker's Vorgang folgten Bidder und dessen Schüler, und bedienten sich der feinen Segmente zur Erforschung der Rückenmarks-Textur.

Schilling (pag. 4) machte die Längs- und Querabschnitte nach der von mir angegebenen Methode. Eben so Owsjannikow, Kupffer, Metzler, Jacubowitsch etc.

Auch Schröder v. d. Kolk (l. c. 1854, p. 9) sagt, dass er feine Schnitte (Längs- wie Querabschnitte) aus in Weingeist gehärteten Rückenmarken nach meiner Methode anfertigte.

Bidder und Kupffer beschreiben die Methode der Anfertigung feiner Segmente in ihrer neuesten Schrift (1857, l. c.) genauer. Bidder und Kupffer (pag. 4) machen die feinen Abschnitte von dem gehärteten Rückenmark mit einem Rasirmesser, das „richtig angesetzt und geleitet nur durch einen ausgiebigen raschen Zug und durchaus nicht durch Druck wirken muss, und dessen beide Flächen, namentlich die obere, mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit benetzt sein müssen, um der Adhäsion des gewonnenen Rückenmarks-Segments an dem Metall vorzubeugen."

Diese Angaben kann ich, nach meinen Erfahrungen, aber nicht ganz gut heissen. Bei dünnem Rückenmark mag ein einziger Schnitt ausreichen; bei'm Rückenmark von grösseren Säugethieren ist das nicht räthlich. Ich finde es besser, den Schnitt langsam, in vorsichtigem Zuge der Messerschneide zu machen, und sobald ich bemerke, dass die Schneide aus der gewollten Richtung herauskommt, also ein dickeres Segment liefert, alsdann ziehe ich die Schneide ein wenig zurück und beginne mit verbesserter Richtung der Schneide von Neuem an der Stelle, wo dies Segment eben anfing weniger dünn zu werden. Geschick, Gewohnheit und Uebung bedingen hier gewiss Verschiedenheiten, und ich gebe gerne zu, dass dem Einen ein rascher Schnitt in einem Zuge eben so gut gelingt, als dem Andern

[14]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424; Gewebelehre 1. Aufl. p. 282.

ein langsamer in mehreren Zügen ausgeführter Schnitt. Bei'm Menschen, Kalb etc. ist aber ein rascher Schnitt unmöglich passend zur Erlangung eines guten Segments.

Die beste Flüssigkeit zur Benetzung der Messerklinge ist aber und bleibt der Alkohol, wie Jeder, der meine Erfahrungen prüft, mir zugeben wird. Ich ziehe solchen dem Wasser bei weitem vor. Das Messer gleitet viel besser bei'm Schneiden durch, wenn mit Alkohol befeuchtet. Ich weiss keine Erklärung für diese Thatsache; ich behaupte nur, dass es so ist.

Nach Bidder und Kupffer zeigt sich die Güte eines Rückenmarks-Segments in Betreff seiner genügenden Dünnheit dadurch, „dass es, auch ohne weitere Vorbereitung unter das Mikroskop gebracht, bei 300maliger Linearvergrösserung seine Elementarzusammensetzung im Wesentlichen erkennen lässt" (p. 5). „Ein Schnitt, der nicht sofort die Zellen in der grauen Substanz und die vordere Kreuzungscommissur erkennen lässt, mag nur weggeworfen werden" (ibid.).

Hiermit stimme ich ganz überein. Es ist aber dabei zu bemerken, dass an einem im Ganzen schlechten Schnitt einzelne Theile ausgezeichnet dünn sein und zur mikroskopischen Untersuchung gerade dieser einzelnen Oertlichkeiten vorzüglich sein können, z. B. höchst dünne Schicht gelatinöser Substanz bei dicker Schicht an der Stelle der Vorderhörner etc.

Um Querabschnitte aus dem Filum terminale der Vögel und Säugethiere zu nehmen, bedienen sich Bidder und Kupffer (p. 71) der umliegenden Nervenwurzeln als eines Halts oder einer Stütze zur Handhabung, oder umgeben das erhärtete Filum (p. 72) „mit einer Auflösung von Gutta percha in Chloroform, welche nach dem Starrwerden eine feste Hülse um den Faden bildet, der von den Schnitten mitgetroffen wird, aus welcher jedoch das Segment des Endfadens sogleich herausfällt." Eine solche Hülse ist immer noch nicht dick genug, um bequem gehandhabt zu werden; oder es bedarf zu häufiger Wiederholung der Bestreichung mit Gutta-Percha-Lösung. Die von mir oben (pag. 1039) bezeichnete Methode scheint mir passender, weil sehr leicht und bequem ausführbar, und ich bin sicher, dass ein Jeder, welcher sie prüfen wird, deren Vortheile, eben so wie ich, anerkennen dürfte.

Zur Untersuchung des Filum terminale und Anfertigung feiner Abschnitte von demselben benutzte auch Metzler (p. 28) eine Auflösung von Gutta percha in Collodium, mit welcher er das Filum terminale überzog, wodurch es hart und besser mit der Hand zu behandeln war. Ich glaube, dass, auch in Vergleich zu dieser Metzler'schen, die von mir angewandte Methode einfacher und besser ist.

Zur Untersuchung der Elemente des Frosch-Rückenmarks bediente sich Kölliker in der neuesten Zeit [15]) einer Scheere, mit welcher er (aus dem frischen Organ) feine Querabschnitte macht, die „ihrer Dicke wegen einer leichten Compression bedürfen", um zur mikroskopischen Untersuchung tauglich zu sein, und die Nervenprimitivfasern deutlich hervortreten zu lassen. Ich kann dieser Methode aus oben mitgetheilten Gründen nur eine sehr untergeordnete Rolle zutheilen.

Auch das Zerzupfen eines Segments aus der grauen Substanz frischen Marks zeigte die Primitiv-Nervenfasern unzweideutig, nach Kölliker. Auch diese Methode kann ich nicht als passend bezeichnen, weil zu viele Veränderungen dadurch bedingt werden.

Endlich benutzt Kölliker feinste Abschnitte aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmark zur Erkenntniss der Elemente. Sind die Abschnitte nicht fein genug, so behandelt Kölliker sie mit Natrum causticum. Ueber diese Behandlung werde ich alsbald genauer reden.

[15]) Kölliker, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 1857, Bd. IX.

c. Die Aufhellung der vom Rückenmark angefertigten Segmente betreffend.

Während ich es bei jedem als brauchbar zu bezeichnenden Segmente für ein unerlässliches Erforderniss halte, dass es ohne weitere Präparation unter dem Mikroskop, selbst bei den höchsten Vergrösserungen, untersucht werden kann, haben manche Forscher dasjenige, was ich durch die Dünnheit der betreffenden Segmente stets erreiche, durch anderweite Mittel zu erlangen gesucht. Diese Mittel bestanden entweder in der mechanischen Verdünnung durch Compression der Abschnitte, resp. in der theilweisen Ausspülung ihrer Bestandtheile, oder in der Behandlung derselben mit verschiedenen chemischen Reagentien.

Valentin (s. o. p. 1063) comprimirte die Segmente aus frischem Rückenmark in dem mikrotomischen Quetscher; eben so einige Jahre später (s. o. p. 1064) Hannover, welcher die Segmente aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmark durch das Compressorium zu verdünnen und aufzuhellen suchte, um solche besser mikroskopisch untersuchen zu können. Auch ich selbst benutzte noch (l. c. 1842) bei der Untersuchung des frischen Rückenmarks die Compression in meinen früheren Arbeiten. Wenn wir erwägen, dass durch diese Behandlung von Segmenten aus frischem wie aus gehärtetem Rückenmark die betreffenden Theile aus ihrer ursprünglichen Lage mehr oder minder herausgerissen werden, dass zusammenhängende Fasern und Faserzüge mehr oder minder durch die Ausdehnung zerrissen, dass benachbarte Theile von einander entfernt, in verschiedenen Ebenen liegende zusammengequetscht und einander genähert werden, — je nach der Wirkung des Drucks in verticaler oder in horizontaler Richtung, d. h. je nach der verschiedenen Dicke der verschiedenen Localitäten des im Compressorium befindlichen Abschnitts, so müssen wir zugestehen, dass diese Methode der Untersuchung nur mit der grössten Vorsicht befolgt werden darf, in jedem Falle aber derjenigen Untersuchungsweise nachzusetzen ist, bei welcher die Organisation des betreffenden Abschnitts unter dem Mikroskope genügend erkannt werden kann, ohne dass dabei die Lageveränderung der betreffenden Theile verursacht wird. Die wenigen Vortheile, die diese Methode bietet, sind oben (p. 100, ff.) besprochen worden; und die Compression der Rückenmarks-Segmente, die bei der Erforschung solcher aus frischem Rückenmark wohl als ein nothwendiges Uebel bezeichnet werden kann, ist nur in so fern als zulässig zu bezeichnen, als man Texturverhältnisse des Rückenmarks, die man an Segmenten aus dem gehärteten Organ bereits gefunden hat, auch an solchen aus dem frischen Organ durch Vergleichung zu bestätigen versucht. Schlüsse aber, die allein aus comprimirten Segmenten frischen Rückenmarks gezogen werden, bleiben stets mehr oder minder verdächtig, und die Geschichte der Anatomie des Rückenmarks hat genügende Beweise geliefert (s. u. die betreffenden Bemerkungen über Budge's, Engel's, Blattmann's Arbeiten), dass das hier Gesagte nur zu gegründet ist. Ich habe daher, nachdem ich zur Erkenntniss dieser Verhältnisse gelangt war, seit 1843 diese Methode niemals anders als zu dem bezeichneten Zwecke angewendet, und alle meine Angaben, die ich später über den Bau der Medulla oblongata (1843), so wie über den des Pons Varolii (1846) gemacht habe, sind sämmtlich erst an nicht comprimirten Segmenten aus gehärtetem Rückenmark erschlossen, und dann erst durch vergleichende Untersuchung von mehr oder minder comprimirten Segmenten aus frischen Theilen gleichsam verificirt worden.

Obwohl ich diese Grundsätze in meinen genannten Schriften (1843, 1846) ausführlich erörtert hatte, war doch Kölliker (1850—1855) wieder zu der von Hannover geübten Methode zurückgekehrt, nemlich zur Anwendung der Compression bei der Untersuchung der in Chromsäure gehärteten Abschnitte aus dem Rückenmarke. Kölliker sagt: „Mit dem Druck muss man sehr vorsichtig verfahren. . . Wendet man Druck an — was fast immer nöthig ist — so muss man das Object

Schritt für Schritt verfolgen, denn es ist allerdings richtig, wie Volkmann sagt [16]), dass durch den Druck die Theile sehr aus ihrer Lage kommen, doch ist es auf der andern Seite auch leicht zu bemessen, was verändert ist oder nicht. Am wenigsten werden die Theile alterirt, wenn das Schnittchen überall gleich dünn ist und der Druck von allen Seiten einwirkt und ganz langsam verstärkt wird. Ich habe ganze Querschnitte des Marks vor mir gehabt, an denen so zu sagen kein Theil aus seiner relativen Lage gerückt war und die doch die Anwendung 350maliger Vergrösserung gestatteten." [17])

Gegen diese Mittheilungen Kölliker's muss ich auf das Eindringlichste alle die oben aufgeführten, von der Compression erzeugten, Nachtheile hervorheben. Die Verfolgung des Objects nach Kölliker „Schritt für Schritt" ist zuerst nicht möglich, weil der Druck ja nicht blos auf die im Sehfelde gerade befindliche Stelle eines Abschnitts einwirkt, sondern auch auf viele andere, die nicht gerade im Sehfelde liegen. Daher kann man also die Wirkungen des Drucks ausserhalb des Sehfeldes nicht verfolgen. Aus diesem Grunde ist es daher nichts weniger als leicht, die durch den Druck erzeugten Veränderungen zu bemessen. Ueberall gleich dünne Schnittchen — bei denen aber noch die Compression nöthig ist — dürften schwerlich zu erlangen sein, eben so wenig als man einen „von allen Seiten gleichen" Druck auf ein solches Schnittchen anzubringen jemals sicher sein kann. Wenn nun gar Kölliker von solchen ganzen Abschnitten spricht, in denen „so zu sagen" kein Theil aus seiner relativen Lage gerückt war, so wird Kölliker auch zugeben, dass die Compression gar nicht auf sie gewirkt haben konnte; denn Compression ohne Lage-Veränderung ist an einem mehr oder minder weichen Rückenmarks-Segment unmöglich. Sind die Schnitte so dünn, wie sie sein müssen, so sind sie ganz durchsichtig, und es bedarf keines künstlichen Verdeutlichungsmittels. Compression solcher Abschnitte würde aber nicht deutlicher machen, sondern das Gegentheil bewirken. Da Kölliker „fast immer" die Compression angewendet hat, so musste er nothwendig an seinen Abschnitten Manches anders beobachten, als an nicht comprimirten, genügend feinen, Abschnitten beobachtet werden kann. Dass sich hieraus viele Differenzen erklären, die zwischen Kölliker's und meinen eigenen Angaben, so wie anderer Forscher, bestehen, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Während nun Kölliker in so ausgedehnter Weise der Compression der Segmente aus gehärtetem Rückenmark das Wort redete, sprach er sich dagegen über die Compression von Segmenten aus frischem Rückenmark in ganz entgegengesetzter Weise aus, namentlich gegen die von Budge, Engel und Blattmann angewendete Untersuchungsmethode. Kölliker [18]) sagt: „. . . Bei der Methode, welche von allen den genannten Forschern (Budge, Engel, Blattmann) angewandt wurde, nämlich frisches Mark auf feinen Schnitten unter Anwendung von Compression zu untersuchen, ist der Faserverlauf kaum oder nur durch Zufall zu ermitteln, da die centralen Nervenröhren auch bei den geringsten mechanischen Einwirkungen Unterbrechungen der Continuität erleiden. Aus diesen und anderen Gründen bin ich für mich überzeugt, dass Engel's und Blattmann's Angaben nicht die natürlichen Verhältnisse wiedergeben, sondern auf verstümmelte Präparate sich beziehen. Dieselben haben offenbar durch ihre Präparation die eintretenden Wurzeln gerade an den Stellen, wo dieselben (s. auch Budge, l. c. p. 167, nach dem die Röhren der Wurzeln $^1/_{250}$''', die Längsfasern des Marks, in die sie umbiegen, $^1/_{400}$—$^1/_{500}$''' messen und eine Unterbrechung der Continuität gerade an der Uebergangsstelle sehr leicht sich macht) verdünnt in die Markfasern umbiegen, getrennt, und so scheinbare Enden erhalten."

Mit diesen Aeusserungen Kölliker's stimme ich im Ganzen überein; indess bemerke ich

[16]) Volkmann, Nervenphysiologie, in: R. Wagner's Handwörterb. II. p. 556.
[17]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424. 425; Gewebelehre, 1. Aufl., p. 282—283.
[18]) Kölliker, Mikr. Anat. 1850, p. 429.

1) dass die Unterbrechung der Fasercontinuität in der weissen Substanz des Rückenmarks doch nicht „bei der geringsten mechanischen Einwirkung" Statt findet, sondern dass solche häufig einen ziemlichen Grad von Compression erträgt; 2) dass Engel, Blattmann und Budge nicht blos an der Umbiegungsstelle der Fasern, wo letztere dünner werden, sondern wohl auch an anderen und an den verschiedensten Stellen der Fasern und Faserbündel letztere durchgeschnitten und zerrissen haben; dass ich selbst aber die Untersuchungsmethoden Budge's, Engel's, Blattmann's sämmtlich, weil an frischen Rückenmarksstückchen, welche unter dem Compressorium mikroskopisch untersucht wurden, angestellt, ungenügend finde, habe ich bei Erörterung der Ansichten der einzelnen Autoren (z. B. Budge's, s. o. p. 291, ff.) u. s. w. genauer erwähnt.

Ausser der Compression wandte Kölliker auch noch die chemische Behandlung der von ihm, aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmark, verfertigten Abschnitte mit verdünntem Aetznatron oder Aetzkali an, „welches alle Nervenzellen erblassen macht" und besonders die Nervenröhren deutlich hervortreten lasse, indem „Natron, einem Chromsäurepräparat beigesetzt, auf die Nervenröhren nur nach längerer Zeit und nur insofern einwirkt, als es dieselben heller und ihren Markinhalt flüssiger macht [19]). Ich will mich nicht in genauere Erörterungen über die Wirkung des Aetzkali oder Natron auf die betreffenden Abschnitte einlassen. Ich bemerke nur so viel, dass ein genügend feiner Abschnitt aus einem in Chromsäure gehärteten Rückenmark so durchsichtig ist, dass er weder der Compression, noch der Aufhellung durch chemische Reagentien irgend einer Art bedarf, um bei den höchsten Vergrösserungen mikroskopisch untersucht werden zu können, und zwar nicht blos auf die gröberen Texturverhältnisse, sondern selbst in Bezug auf die Elementarstructur seiner verschiedenen einzelnen Formtheile oder Elemente. Ich kann daher die Anwendung des Aetzkali etc., wie der Compression, nur als ein unpassendes, leicht zu Irrthümern führendes Mittel bezeichnen.

Eine andere Methode der Aufhellung von Abschnitten aus in Weingeist gehärtetem Rückenmark befolgte Clarke (1852, l. c.).

Erste Methode. Frisches Rückenmark wird in Weingeist so gehärtet, dass die feinsten Abschnitte davon genommen werden können. Ein solches Segment wird auf eine Glasplatte gelegt und mit einer Mischung aus 1 Theil Essigsäure und 3 Theilen Weingeist übergossen, wodurch die Nervenfasern deutlicher werden, die graue Substanz aber durchsichtiger wird. Dann wird ein dünnes Deckplättchen auf den Abschnitt gelegt und dieser unter dem Mikroskop untersucht.

Zweite Methode. Der feine Abschnitt wird 1—2 Stunden in der Mischung von Essigsäure und Weingeist macerirt. Dann wird er wieder eben so lange in reinen Weingeist gelegt. Hiernach wird er in Terpentinöl gebracht, welches den Weingeist in Form dunkler Kügelchen austreibt und sogleich, oder nach kurzer Zeit, den Abschnitt ganz durchsichtig macht. Dann wird das Segment in Canada-Balsam gelegt und mit einem dünnen Deckglas bedeckt. Dadurch werden die Fasern und Zellen wunderbar klar, so dass sie mit den schärfsten Vergrösserungen untersucht werden können. Wird der Abschnitt erst halbdurchsichtig aus dem Terpentinöl genommen, so sieht man oft eine schöne Anordnung der Blutgefässe. Diese Methode gelingt am besten bei kaltem Wetter, im Sommer bleibt das Rückenmark, statt in 5—6 Tagen hart zu werden, mehr oder weniger weich (spongy). Der Weingeist wird am ersten Tage halb mit Wasser diluirt, nachher wird er rein angewandt.

In Bezug auf diese Untersuchungsmethoden Clarke's habe ich Folgendes zu bemerken:

1) Hat man von gut in Weingeist gehärtetem Rückenmark einen feinen Abschnitt genommen, nach der von mir (1843, 1846) angegebenen Methode, mit dem Rasirmesser, alsdann ist der Abschnitt so durchsichtig, dass er bei den stärksten Vergrösserungen untersucht werden kann; es ist also gar nicht

[19]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424.

nothwendig, dem Abschnitt auf künstliche andere Weise eine noch stärkere Durchsichtigkeit zu geben; dies ist um so weniger zu rechtfertigen, wenn durch das Mittel, welches die Durchsichtigkeit vergrössert, die Textur des Abschnitts weniger deutlich wird, was in vorliegendem Falle eintritt. Wenn aber der genommene Abschnitt zu dick und undurchsichtig, und deshalb zu mikroskopischer Untersuchung unbrauchbar ist, alsdann kann man die Essigsäure-Weingeistmischung, nach Clarke, eine grössere Deutlichkeit der Fasern und ein helleres Ansehen der grauen Substanz hervorbringen sehen. Dies geschieht aber nur, indem ein guter Theil der Fasern ganz durchsichtig wird, also die Ansicht des Restes von noch unveränderten Fasern weniger stört.

2) Die zweite Methode Clarke's bringt alle Erscheinungen hervor, wie solches von Clarke angegeben worden ist. Bei Querabschnitten wird die weisse Substanz durch das Ol. Terebinthinae sehr rasch durchsichtig, die graue Substanz bleibt anfangs noch weniger durchsichtig; bald wird aber auch sie durchsichtig. Das Bild des Abschnitts, wenn jetzt unter dem Mikroskop betrachtet, ist aber dennoch ein sehr unklares. Man kann einzelne Faserzüge zwar unterscheiden, auch einzelne wenige Fasern weit verfolgen, die meisten aber nicht genauer erkennen. Manche Theile, z. B. das Epithelium des Centralcanals, erscheinen dabei, selbst bei starken Vergrösserungen, sehr schön. Im Ganzen genommen stehen so behandelte Abschnitte denen aus Weingeist- oder Chromsäurepräparaten, die ich nach meiner Methode fertige, bei weitem nach. Es kann nämlich nicht als ein Vortheil betrachtet werden, dass man durch die Anwendung der genannten Reagentien gewisse, von diesen am meisten veränderte, Theile unsichtbar, weil ganz und gar durchsichtig, macht, während nur die weniger veränderten dem Beobachter noch sichtbar bleiben. Denn man ist bei diesem Verfahren mehr oder weniger dem Zufall preisgegeben, welcher bald die einen, bald die anderen sichtbar oder unsichtbar werden lässt. Während man in feinen Abschnitten aus in Chromsäure gehärtetem Rückenmark, die ohne weitere Reagentien behandelt sind, mit Sicherheit an allen Localitäten des betreffenden Abschnitts die darin befindlichen Elemente und deren gegenseitiges Verhältniss zu erkennen im Stande ist, bietet dagegen ein nach Clarke's Methode behandelter Abschnitt mehr oder minder zahlreiche Stellen dar, in welchen man gar nichts erkennen kann, weil diese Localitäten ganz und gar durchsichtig (durch das Terpentinöl) geworden sind. Wenn daher auch zuzugeben ist, dass es selbst unter Anwendung der Clarke'schen Methode gar vieles Wahre in Bezug auf die feinere Textur des Rückenmarks zu erkennen gelingt, und dass Clarke's Arbeit eine recht anerkennenswerthe genannt werden muss, so ist andrerseits aber nicht minder hervorzuheben, dass andere Texturverhältnisse, z. B. die Elementarstructur der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen, dadurch so getrübt werden, dass diese Methoden in mancher Beziehung geradezu als ein Hinderniss genauerer Forschung bezeichnet werden müssen.

Clarke[20]) behandelte auch dickere Portionen, namentlich Längsabschnitte von $^1/_{12}$ Zoll Dicke und 2 Zoll Länge, des Rückenmarks grösserer Säugethiere und ganze Rückenmarke kleinerer Thiere (Maus, Frosch) nach seiner zweiten Methode, liess die Nervenwurzeln anhängen und beobachtete deren centralen Lauf und die Organisationsverhältnisse des Rückenmarks. In solcher Weise konnte er Manches besser beobachten, als an Segmenten, welche nur kürzere Provinzen des Rückenmarks umfassten. Die Resultate dieser Beobachtungen habe ich (s. u. Nachträge) ausführlicher besprochen. Diese Methode selbst kann als eine von den vielen, unter gewissen Verhältnissen recht passenden, Methoden bezeichnet werden; im Ganzen genommen aber gilt von der hier stattfindenden Aufhellung das Nämliche, was von der andern früher besprochenen Methode Clarke's angegeben worden ist.

[20]) J. L. Clarke, on certain functions of the spinal chord, with further investigations into its structure, communicated by Samuel Solly, recieved 6 April, read April 14. 1853; in: Philosophical Transactions, 1853, pag. 347, ff. Plat. XXIII, XXIV.

Das Natrum causticum zur Aufhellung der Rückenmarks-Abschnitte empfiehlt auch Schilling (1852, l. c. p. 4), nach Kölliker. Ich kann auch in Betreff dieser Empfehlung nur das früher Gesagte wiederholen.

Schröder v. d. Kolk fertigte (1854) seine Präparate nach einer andern Methode, die er (l. c. p. 26) in folgender Weise beschreibt: Das Rückenmark, in nicht zu grosse Stücke abgetheilt, wird in Spiritus gehärtet, und sobald es hart genug ist (je kürzere Zeit es in Spiritus lag, desto deutlicher werden die Präparate), verfertigt man die feinen Abschnitte mittelst eines auf der oberen Fläche mit Wasser befeuchteten Rasirmessers; der genommene feine Abschnitt wird mit etwas destillirtem Wasser befeuchtet, auf ein Glasplättchen gelegt, mit einem Deckglas bedeckt, und nun drückt man abwechselnd auf die beiden überstehenden Ränder des Deckgläschens sehr sanft auf, wodurch das Wasser gezwungen wird, zwischen die Fasern des Abschnitts hindurchzudringen (door to vloeijen), gleichsam den Abschnitt auszuwaschen. Sehr bald wird das Wasser milchig (trübe), welches durch fortwährend an den Rand des Deckgläschens hinzugetröpfeltes frisches Wasser weggespült wird, und dies wird so lange wiederholt, und der abwechselnde Druck auf das Deckgläschen so lange fortgesetzt, bis das Wasser nicht mehr milchig wird. Der Druck auf das Gläschen muss aber so sanft sein, dass die Theile des Abschnitts nicht auseinandergezerrt und die Form des Abschnitts nicht sehr verändert werden. Auf diese Weise, meint v. d. Kolk, gelingt es, die Fettkörner (vetkorrels en losgeworden gedeelten weg te spoelen) und andre abgelöste Theile wegzuspülen, welche die Klarheit des Abschnitts beeinträchtigen. Letzteres erreicht man auch, wenn man den Abschnitt einige Augenblicke in einem Uhrglas in Aether liegen lässt; bleibt es aber hierin länger als ½ Stunde, dann werden die Ganglienzellen unsichtbar, weil das körnige Fett aus den Ganglienzellen schwinde und zu sehr aufgelöst werde. Jedoch sei das Durchspülen mit Wasser stets völlig genügend. Man bringt nun recht viel Wasser an den Rand des Deckgläschens, hält das Glasplättchen schief, dann gleitet das Deckgläschen von selbst von dem Abschnitt weg, ohne ihn zu beschädigen. Dann putzt man alles Wasser um das Präparat herum weg und bringt mit einem Glasstäbchen ein paar Tropfen concentrirter Auflösung von Chlorcalcium auf den Abschnitt, welcher hierauf wieder mit dem Deckgläschen bedeckt wird, drückt letztes ein wenig an, ohne den Abschnitt zu beschädigen, und lässt es nun liegen. Nach ½ Stunde oder früher sieht man, dass er durchsichtig zu werden beginnt, und diese Durchsichtigkeit nimmt zu, dergestalt, dass nach 8—10 Tagen das Präparat äusserst durchsichtig ist, und alle Fasern deutlich mit scharfen Rändern erscheinen, wobei noch das ein besonderer Vortheil ist, dass die feineren Capillargefässe viel deutlicher sichtbar geworden sind und sich von den Nervenfasern unterscheiden lassen. Das noch übrige Fett sammelt sich hier und da in kleine Körner, welche die Theile undeutlich machen, um so mehr, je weniger sorgsam dasselbe früher ausgespült ward. In diesem Falle bringt man von Neuem Chlorcalciumlösung an den Rand des Deckgläschens, lässt letzteres vom Präparat abgleiten, spült dieses auf der Glasplatte mit neuer Chlorcalciumlösung ab, bedeckt es dann mit dem Deckgläschen, lässt es wieder einige Tage liegen und verkittet dann die Ränder“ (p. 27).

Schröder van der Kolk (p. 27) fand, dass auch eine Auflösung von Chlormagnesium die Abschnitte heller macht, aber nicht so rasch, auch entstehen zwischen den Fasern Krystalle, die dann weggespült werden müssen. Daher, und im Allgemeinen, giebt v. d. Kolk der Chlorcalciumlösung den Vorzug.

Diese Präparate trocknen nicht an der Luft, weil Chlorcalcium stets Flüssigkeit anzieht, und deshalb braucht man sich mit dem Verkitten nicht zu beeilen, was ein grosser Vortheil ist. Das Verkitten geschieht mit Asphaltlack; hiernach halten sich die Präparate, da das Chlorcalcium nicht verschwindet. Die Fortsätze der Ganglienzellen und der Nervenwurzeln zeigen sich sehr deutlich; nicht allein die graue Substanz wird heller, sondern auch die weisse Substanz zeigt ihr Gewebe heller und deutlicher. Auch die in Chromsäure gehärteten Präparate (pag. 28) werden durch Chlorcalcium

heller; es entstehen darin aber kleine Krystalle, und die Ganglienzellen und ihre Fortsätze sind nicht so schön als in den Weingeistpräparaten, obwohl die Nervenfasern sehr schön sichtbar sind.

Ich habe mehrfach die von Schröder van der Kolk beschriebene Methode geprüft, kann aber von derselben nicht anders als behaupten, dass sie der von mir angewendeten und oben beschriebenen Methode bei weitem nachzusetzen ist. Schröder v. d. Kolk macht zuerst die Abschnitte aus dem gehärteten Rückenmark so wenig fein oder dünn, dass er solche erst künstlich aufhellen muss, um sie zur Untersuchung unter dem Mikroskop passend zu machen. Die Art und Weise, wie v. d. Kolk diesen Zweck erreicht, zerstört zu einem guten Theil die feinste Organisation des betreffenden Abschnitts, weil die Auswaschung desselben mit destillirtem Wasser nichts weniger als eine blos chemische Wirkung hat, sondern gleichzeitig eine mechanische. Was v. d. Kolk unter lose gewordenen Theilchen versteht, sind doch nichts anderes als zum Abschnitt gehörige wesentliche Theile, und hier können eben so wohl Nervenprimitivfasern, wie Nervenzellen in toto, wie auch einzelne Theile dieser Elemente in der Form des sog. Nervenmarks etc. gemeint sein. Dass aber Nervenzellen und Nervenprimitivfaser-Fragmente in Masse, und nicht etwa blos Fetttröpfchen, in der milchigen Flüssigkeit vorhanden sind, das zeigt die mikroskopische Untersuchung derselben genügend. Schröder v. d. Kolk's Methode entfernt also in mechanischer Weise wesentliche Elemente aus den betreffenden Rückenmarkssegmenten, wodurch sie zwar heller werden als zuvor, aber auf Kosten ihrer Organisation, die zum grösseren oder kleineren Theil dadurch verändert werden muss. Dass diese Veränderung in chemischer Weise vom Aether bewirkt und gewissermassen noch vervollständigt oder verschlimmert wird, ist aus dem bei Clarke's Methode Gesagten ersichtlich. Alle die, nach der bezeichneten Methode Schröder v. d. Kolk's behandelten, Segmente bieten (vor oder nach der weiteren Behandlung mit Chlorcalcium) unter dem Mikroskop nur matte Bilder dar, in Vergleich mit denen, welche genügend dünne Segmente ohne weitere künstliche Behandlung aus Chromsäurepräparaten nach meiner neuesten Methode, oder aus Weingeistpräparaten nach meiner früheren Methode (1843, 1846), zeigen. Daher auch die Abbildungen Schröder v. d. Kolk's in mancher Beziehung unvollständig bleiben mussten, wie z. B. Fig. 8, wo an der Stelle der Substantia gelatinosa, resp. im ganzen grauen Hinterhorn, nichts anderes sichtbar ist, als die dicksten Bündel der centralen hinteren Nervenbahnen. Wegen der Durchsichtigkeit und der nicht genügenden Schärfe dieser Bilder ist man daher in gar vielen Fällen nicht im Stande, Fortsätze von Nervenzellen, die über oder unter anderen Nervenzellen weglaufen, in den betreffenden Segmenten genügend zu erkennen, und so kommt es leicht vor, dass man abgeschnittene Nervenzellen-Fortsätze, die über oder unter einer benachbarten Nervenzelle endigen, für solche Fortsätze hält, die mit der betreffenden Nervenzelle in Continuität stehen. Ich glaube, dass nur aus diesem Grunde Schröder v. d. Kolk so viele Anastomosen von Nervenzellen gesehen hat, wie er in seinen Abbildungen darstellt, und dass er solche Schein-Anastomosen in vielen Fällen für wirkliche genommen; mir wenigstens ist es nie gelungen, die Nervenzellen-Fortsätze in solcher Weise zahlreich verbunden zu sehen, in der deutlichen Weise, wie Shröder v. d. Kolk bildlich dargestellt hat.

Die Anwendung des Chlorcalciums zur Befeuchtung (nicht aber zur Aufhellung) der betreffenden Segmente kann auch ich aus eigner Erfahrung empfehlen. An Chromsäurepräparaten findet zwar Aufhellung durchaus nicht Statt, wie ich aus vieler eigner Erfahrung gegen v. d. Kolk behaupten muss, auch ist solche nicht nothwendig; und wenn sie eintritt, würde sie nur als nachtheilig bezeichnet werden können. Aber die Präparate lassen sich, wenn mit Chlorcalcium befeuchtet, besser behandeln, mit Musse untersuchen, Tage lang unverkittet aufbewahren etc. Dass Krystalle in Chromsäurepräparaten (mit Chlorcalcium behandelt) entstehen, habe ich, ebenfalls in Widerspruch mit Schröder v. d. Kolk, niemals beobachtet, selbst nach Jahre langer Aufbewahrung, und ich vermuthe, dass v. d. Kolk solche Präparate unter besonderen, noch nicht erklärten Verhältnissen verändert sah. Endlich finde ich Nervenprimitivfasern, wie Nervenzellen u. s. w., in allen den nach meiner Angabe behandelten Chromsäure-

präparaten entschieden schärfer, klarer, als in den nach v. d. Kolk's Methode behandelten. Wenn ich daher einerseits recht gerne zugebe, dass auch durch die Behandlung des Rückenmarks nach der von Schröder v. d. Kolk beschriebenen Methode sehr Vieles in Betreff der Rückenmarks-Organisation erkannt zu werden vermag, so muss ich doch andererseits besonders betonen, dass die feinere Elementarstructur (und auch nicht die der Elemente) des Rückenmarks durch diese Methode nicht genügend erforscht werden kann, und dass die Erkenntniss der relativ gröberen Texturverhältnisse, welche durch v. d. Kolk's Methode zwar recht gut zu erzielen ist, durch die von mir beschriebene Methode dennoch bei weitem sicherer und leichter erlangt werden kann.

Ich füge noch hier an, was Schröder v. d. Kolk über die Methoden seiner Vorgänger sagte. Kölliker's Methode, die dunklen Chromsäurepräparate durch Natron caust. durchsichtig zu machen, wird von v. d. Kolk nicht gerühmt („ik kann in den hoogen lof, door Kölliker hieraan toegeschreven, niet deelen", p. 25), weil das ganze Sehfeld zu durchsichtig wird, und Zellen und deren Fortsätze nicht so deutlich zu verfolgen sind, als an Weingeistpräparaten. Auch Clarke's Methode fand v. d. Kolk nicht erspriesslich. „Mij is deze wijze niet goed gelukt: het werd slechts ten deele helder, maar de gangliëncellen werden onduidelijk, waaruit het vet scheen te verdwijnen", p. 25. Die mit zunehmender Aufhellung des Präparats in gleicher Progression abnehmende Deutlichkeit seiner Elemente kann ich, wie oben angegeben, aus eigener Erfahrung bestätigen. Dass durch Behandlung der Segmente nach Clarke's Methode die feinsten Nervenfasern so sehr verändert werden, dass sie nicht mehr sichtbar bleiben (wegen ihrer Durchsichtigkeit), sagt v. d. Kolk, pag. 36, 37, was ich ebenfalls bestätigen kann. Clarke's Methode bezeichnet Schröder van der Kolk auch noch pag. 90 als unbrauchbar, weil das Rückenmark durch Terpentinöl zu sehr verändert wird, was gleichfalls mit meinen Erfahrungen einstimmend ist.

Lenhossék fertigte (1855 l. c.) nach Clarke's zweiter Methode oder „auf Grundlage" dieser Methode „Präparate, die Clarke's, v. d. Kolk's, Harting's und Stilling's . . an Vollkommenheit übertreffen" (Vorwort pag. 1), sich für jede Vergrösserung eignen, und ohne Veränderungen zu erleiden aufbewahren lassen. Lenhossék (p. 1) fand bei durchfallendem Licht an seinen Abschnitten „einen hellen gelblichen Farbenton für die Gangliensubstanz, und einen grau-bräunlichen für die Nervenfasersubstanz, welche beide sich sehr scharf von einander unterscheiden lassen."

Ich lasse es dahin gestellt, ob Lenhossék eine bis jetzt von ihm geheim gehaltene Modification der Clarke'schen Methode angewendet hat, oder die Clarke'sche zweite Methode schlechtweg. In letzterem Falle müsste ich das Nämliche, wie bereits bei Besprechung der Clarke'schen Methode geschehen ist, wiederholen. Im ersten Falle fehlten mir die nothwendigen positiven Thatsachen zu einem Urtheile. Ob Lenhossék's Präparate die von mir angefertigten an Vollkommenheit übertreffen — muss ich einstweilen dahin gestellt sein lassen, da ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit hatte, ein Lenhossék'sches Präparat zu sehen. Auf welchen Grund hin aber Lenhossék, der bis jetzt noch keines meiner Präparate zu Gesicht bekommen, also mit den seinigen nicht vergleichen konnte, den oben mitgetheilten Ausspruch that, ist mir unbekannt. Einstweilen bleibt mir nur aus den Resultaten seiner Untersuchungen, welche Lenhossék in seiner Schrift niedergelegt hat, ein Urtheil über seine Untersuchungsmethode zu ziehen gestattet; und da muss ich wiederum hervorheben, wie früher mehrfach geschehen, dass diese Resultate kein sehr günstiges Zeugniss für die Methode ablegen. Wenn — nach Anwendung dieser letzteren — die Elementarfasern der Substantia gelatinosa centralis viel dicker als die Nervenprimitivfasern erscheinen (s. o. pag. 43, ff.), wie Lenhossék fand, so muss eine bedeutende Veränderung der genannten Elemente durch die Untersuchungsmethode bedingt worden sein. Gebe ich auch zu, dass — wie bei Clarke's, Schröder v. d. Kolk's u. A. Methoden — die relativ gröbere Rückenmarkstextur auch nach Lenhossék's Methode in vieler Beziehung gut zu erforschen ist, so bleibt sie in Hinsicht auf die Erkenntniss der feineren und feinsten Texturverhält-

nisse unvollkommen; und ich kann nicht oft genug wiederholen, dass eine jede Untersuchungsmethode des Rückenmarks, welche — ausser der Dünnheit des Abschnitts — noch irgend eine Behandlung zur hellung des letzteren behufs mikroskopischer Untersuchung erfordert, eine verwerfliche genannt werden muss.

Seit Kölliker's Empfehlung des Aetzkali's und Aetznatron's haben nun besonders Bidder und dessen Schüler dieses Reagens, wie hauptsächlich noch die Anwendung der verdünnten Schwefelsäure, auf Segmente aus in Chromsäure gehärtetem Rückenmark empfohlen. Um nicht zu weitläufig zu werden, theile ich hier nur die von Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Schrift veröffentlichten Angaben mit, da die Mittheilungen Metzler's u. A. bereits an früheren Stellen dieser Schrift (s. o. p. 880, u. a. O.) erwähnt werden mussten.

Als Mittel zur Vorbereitung feiner Rückenmarks-Segmente zur mikroskopischen Untersuchung bezeichnen Bidder und Kupffer (1857 l. c.):

1) „Das schon von Kölliker empfohlene Benetzen des Präparats mit einer verdünnten Lösung kaustischen Natrons oder Kali's“, wodurch das Präparat „nicht allein lichter, durch eine Aenderung des färbenden Stoffs“, wird, . . sondern auch die Contouren schärfer hervortreten, indem „das Natron, zwischen die Formelemente eindringend, sie einigermaassen auseinander treibt“ (p. 5).

2) Die diluirte Schwefelsäure, „die besonders durch den aufgequollenen Zustand, in den sie alles Bindegewebe versetzt, sich brauchbar zu erweisen scheint“, welche überdies das Präparat mehrere Tage hindurch feucht und zur Untersuchung brauchbar erhält (pag. 5), während bei der Natronlösung wiederholter Wasserzusatz nöthig ist. Sobald die Schwefelsäure das Präparat „licht gemacht“ hat, wird sie von Bidder und Kupffer durch Wasserzusatz allmählig weggewaschen, und das Eintrocknen durch einen Tropfen Glycerin verhütet.

Nach meinen Erfahrungen sind alle diese Mittel zur Aufhellung der Abschnitte verwerflich. Der Abschnitt muss so dünn sein, dass er der Aufhellung gar nicht bedarf und bei den höchsten Vergrösserungen brauchbar ist. Die „licht gemachten“ Präparate zeigen die meisten Structurverhältnisse gar nicht, und es ist eine grosse Täuschung, die man sich macht, wenn man glaubt, dass diese „aufgehellten“ Abschnitte ihre Elementarstructur richtiger beobachten liessen, als die nicht aufgehellten. Man kommt hier in die Lage, zu schliessen, dass das Durchsichtige structurlos sei, und dass das, was man sieht, die ursprüngliche Anlage des Gewebes wäre. Das ist ein grosser Irrthum. Die Reagentien machen den grössten Theil des Gewebes durchsichtig; letzterer ist dann also für unser Auge im Abschnitt gewissermaassen gar nicht mehr vorhanden. Ob dieses eine Verbesserung des Abschnitts zur mikroskopischen Untersuchung sei, oder eine Verschlechterung — ist leicht zu entscheiden.

Bidder und Kupffer wenden selbst zum Studium der Faserlagerung der grauen Vorderhörner (s. p. 55) gewöhnlich die Aufhellung ihrer Segmente, aus dem durch Chromsäure gehärteten Rückenmarke, durch Natron und (oder) Schwefelsäure an. Dieses deutet darauf hin, dass Bidder und Kupffer ihre Abschnitte in der Regel nicht genügend fein machen. Compression der gehärteten Rückenmarks-Abschnitte behufs der mikroskopischen Untersuchung halten Bidder und Kupffer (p. 5) für verwerflich, und hier stimme ich mit diesen Forschern überein.

d. Die Färbung der Nervenelemente betreffend.

Eine eigne Methode zur genauen Darstellung der Nervenzellen hat Corti gebraucht [21]): „Un excellent moyen pour rendre les contours des cellules très-distincts, c'est de les traiter avec une so-

[21]) Corti, in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. III. 1851, p. 159 u. a. O.

lution de sucre assez chargée de carmin." Es ist dies die erste Notiz, welche ich über diesen Gegenstand finde. Ob vor Corti irgend ein Andrer die Idee gehabt und ausgeführt hat, die Nervenzellen durch Carmin zu färben, ist mir unbekannt. Ich habe früher nach Corti's Angaben einzelne Abschnitte (resp. deren Nervenzellen) behandelt und kann nur bestätigen, was jener Forscher mitgetheilt hat.

Gerlach[22]) und Welker in Giessen färbten auch die Nervenzellen mit Carmin. Nach Gerlach sollen alkalische Lösungen von Carmin die Kerne der Nervenzellen stärker roth färben, als die Zellen selbst, am stärksten den Nucleolus. Gerlach fand ferner, dass die weisse Substanz des kleinen Gehirns keinen Farbstoff von Carminlösung aufnimmt, während die graue Substanz intensiv damit gefärbt ist. In seiner neuesten Schrift, die im Laufe dieses Jahres (1858) erschien, theilt endlich Gerlach[23]) seine Erfahrungen ausführlich mit. Gerlach (1858, l. c. Vorwort) sagt, „er habe sich seit vier Jahren beschäftigt, die Behandlung thierischer Gewebe mit Farbstoff zu vervollkommnen; also seit 1854, demnach mehrere Jahre nach Corti. Gerlach fand (pag. 1) „bei Untersuchung der Wandungen injicirter Gefässe ... dass die Kerngebilde den Farbstoff sehr begierig aufnehmen ..." Gerlach fand ferner, „dass Kerngebilde den Farbstoff sehr begierig aufnehmen und sich in dieser Beziehung anders verhalten als Zellen" (p. 1). „Zellen nehmen zwar auch Farbstoff auf, aber viel langsamer und in geringerer Quantität als Kerngebilde. Die Intercellularsubstanz verhält sich nahezu indifferent gegen Farbstoff. . ." Gerlach wurde durch Zufall (pag. 2, ff.) auf folgende Methode gebracht, welcher er sich bedient, um feine Segmente aus (in chromsaurem Kali gehärtetem) Gehirn zu färben: Die Schnitte werden in Wasser gebracht, „welchem auf die Unze 2—3 Tropfen einer concentrirten Lösung carminsauren Ammoniaks zugesetzt waren. In dieser Lösung blieben die Schnitte zwei bis drei Tage lang liegen, und wurden dann theils wie sie waren, theils mit Nadeln weiter bearbeitet, untersucht" (p. 3). Gerlach fand nun an solchen Präparaten (p. 4) „die weisse Substanz der Kleinhirnwindungen kaum merklich gefärbt . . erst nach mehreren Tagen . . matt rosa." Dagegen „nehmen die Körner . . den Farbstoff äusserst begierig auf . . während die markhaltigen Nervenröhren sich vollkommen indifferent gegen den Farbstoff verhalten und auch die freien Axencylinder nur sehr schwach gefärbt erscheinen. Die matte rosa Färbung der weissen Substanz der Windungen hängt nur von der Gegenwart dieser Körner ab." Dass „auf den Axencylinder der Farbstoff nur wenig einwirkt", wiederholt Gerlach p. 7.

„Die Nervenzellen sind ausgezeichnet durch ihr Verhalten gegen Farbstoff (Gerlach, p. 12). Am schnellsten und intensivsten färbt sich das Kernkörperchen, welches schon nach einem Aufenthalt von 5 Minuten in der oben beschriebenen sehr diluirten Farbstofflösung die rothe Farbe zeigt. Hierauf folgt der Kern, der nach Verlauf einer halben Stunde blass rosa gefärbt erscheint. Der Zelleninhalt erscheint erst nach 6—8 Stunden gefärbt, und von der Zelle erstreckt sich die Färbung zunächst auf die nahegelegenen grösseren Fortsätze, die nach einer 24stündigen Behandlung mit der diluirten Farbstofflösung die rothe Farbe annehmen. Zur Färbung der feineren entfernter gelegenen Ramificationen der Fortsätze werden 2—3 Tage erfordert, und zwar ist es sehr leicht nachzuweisen, dass mit der Länge der Zeit die Anzahl der gefärbten feinen und feinsten Ramificationen zunimmt. Die färbende Wirkung des Farbstoffs schreitet also von der Zelle nach der Peripherie der Fortsätze weiter. . . ." „Je länger die Hirntheile in der Chromsäurelösung gelegen haben, um so längere Zeit braucht der Farbstoff, um seine färbende Wirksamkeit auf die Zellen auszuüben, und an harten Präparaten, die Jahre lang in der Chromlösung gelegen, ist die Färbung, der Zellenfortsätze wenigstens, geradezu unmöglich."

22) Gerlach, in: Deutsche Clinik, 1857, Nr. 46, vom 14. November, Bericht über die Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Bonn.

23) Gerlach, Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Mit 8 lithogr. Tafeln. Erlangen, 1858. 8.

Diese Mittheilungen Gerlach's sind in vieler Beziehung interessant. Die ersten Mittheilungen Gerlach's von 1857 bieten indess Manches, was mit meinen Erfahrungen nicht ganz übereinstimmt; so z. B. finde ich Nervenzellen im Kalbs-Rückenmark (in Chromsäure vorher gehärtet), in denen das Zellenparenchym intensiv roth gefärbt ist, während im Nucleus keine Spur von Farbstoff vorhanden ist, und eben so wenig im Nucleolus. Von diesen Fällen würde also gerade das Gegentheil dessen gelten, was Gerlach vom Nucleus und Nucleolus der Nervenzellen ganz allgemein anzunehmen scheint. Dagegen finde ich wieder andere grosse Nervenzellen, z. B. aus dem Lobus electricus cerebri Torpedinis, in denen der Nucleus und Nucleolus eben so wie das Nervenzellen-Parenchym gefärbt sind. Auf den ersten Blick scheint die Intensität der Färbung am stärksten im Nucleolus, weil durch die schwarze scharfe Contour desselben seine Farbe mehr hervorgehoben wird. Bei 360facher Vergrösserung aber sieht man, dass die Intensität der Farbe reell nicht grösser ist. Wenn also Gerlach glaubte, ein allgemeines Gesetz aufstellen zu können, dahin lautend, dass der Nucleolus der Nervenzellen sich stärker als alle anderen Theile derselben durch Carminlösung färbt, und dass die Nuclei sich stärker färben als das Nervenzellen-Parenchym — so sprechen meine Erfahrungen durchaus dagegen. Gerlach färbte zwar die Nervenzellen feiner Abschnitte des kleinen Menschen-Gehirns, und ich diejenigen des Rückenmarks und anderer Theile, welche in grossen Stücken in die Färbungsflüssigkeit gelegt wurden; auch war wohl die Härtungsmethode Gerlach's eine andere als die meinige. Alles dies zugegeben, folgt aber dennoch, dass das, was Gerlach früher (1857) als allgemeines Gesetz aufstellte, nicht als solches betrachtet werden kann.

Ich suchte daher Gerlach's neueste Vorschriften (von 1858) genauer zu befolgen und dessen Angaben hiernach zu prüfen. Brachte ich ganz feine Abschnitte aus in Chromsäure gehärtetem (und dann in Chromsäure oder in Alkohol aufbewahrtem) Rückenmark in die von Gerlach beschriebene diluirte Farbstofflösung, so fand ich nach 5 Minuten noch nicht eine Spur von Färbung in den Nervenzellen. Das Centrum des Nucleolus erschien zwar roth, aber nicht in Folge der Färbung, sondern aus anderen Gründen (s. o. p. 786, ff.). Ich vermuthe daher, dass Gerlach hier eine Interferenzfarbe für die Folge einer Imbibition mit Farbstoff genommen habe.

Nach 10 Minuten fand ich einzelne, verschieden grosse, runde, punktförmige Stellen in den verschiedensten Localitäten der Nervenzellen, sowohl im Parenchym, wie im Nucleus, als auch im Nucleolus und den Fortsätzen intensiv roth gefärbt, als wenn sich einzelne dickere oder dünnere ungelöste Körnchen des Farbstoffs an den betreffenden Orten niedergeschlagen hätten. — Nach einer halben Stunde waren diese Punkte in vermehrter Zahl und Grösse in einzelnen Zellen sichtbar, keineswegs aber vorzugsweise im Nucleus, Nucleolus oder Parenchym. Nach einer Stunde fand ich das Nervenzellen-Parenchym an dessen Peripherie matt rosa gefärbt, den Nucleus und Nucleolus ganz farblos; in solchen Nervenzellen, welche in ihrer Hülle zum Theil isolirt lagen, war besonders der freie Rand des Nervenzellen-Parenchyms der am meisten gefärbte, weiter nach innen gegen den Nucleus hin nahm die Intensität der Färbung ab. Eben so waren die Nervenzellen-Fortsätze bald gefärbt, wie das Nervenzellen-Parenchym, bald farblos. In keinem Falle sah ich den Nucleus oder Nucleolus ausschliesslich gefärbt.

Nach 6 Stunden erschien dem unbewaffneten Auge das ganze Segment auffallend roth gefärbt; die einzelnen Nervenzellen in allen ihren Theilen, bei 360facher Vergrösserung mikroskopisch untersucht, intensiv roth; niemals aber fand ich den Nucleolus oder den Nucleus röther als das Nervenzellen-Parenchym; im Gegentheil: einzelne Theile des Parenchyms zeigten sich (wahrscheinlich weil dicker als der Nucleus) dunkler und gesättigter mit Roth imprägnirt, als alle übrigen Theile der Nervenzellen. Auf den ersten Blick schien das oft der Nucleus selbst zu sein. Ueberall jedoch, wo die Nervenzelle deutlich genug war, zeigte es sich evident, dass der Nucleus nie eine dunkler rothe Farbe besass, als das Nervenzellen-Parenchym.

Die Axencylinder sämmtlicher Nervenprimitivfasern waren intensiv roth gefärbt, nicht aber das sog. Nervenmark und die Hülle.

Nach 24 Stunden war die dem unbewaffneten Auge erscheinende Farbe der verschiedenen Segmente, welche in der Farbstofflösung lagen, so intensiv roth, dass sie aussahen, als hätten sie Wochen lang in der concentrirtesten Carminlösung gelegen. — Unter dem Mikroskop (bei 360facher Vergrösserung) zeigten sich die sämmtlichen Theile der Nervenzellen in der Regel gleichmässig intensiv gesättigt. Nur an solchen Zellen, die eine verschiedene Dicke an den verschiedenen Stellen hatten (wie das häufig selbst an den feinsten Abschnitten stattfindet und begreiflicher Weise stattfinden muss, während ein gleichmässig dicker Abschnitt aus jeder einzelnen Nervenzelle seltener ist), schien der eine dickere Theil des Parenchyms dunkler als andere dünnere (an den Rändern der Zelle z. B.). Auf den ersten Blick konnte man glauben, der Nucleus der Nervenzellen sei dunkler als das Nervenzellen-Parenchym. Bei genauer Untersuchung fand sich aber, dass der Nucleus (resp. dessen Parenchym) in keinem Falle dunkler oder intensiver gefärbt war, als das Nervenzellen-Parenchym. Auch der Nucleolus schien oft intensiv dunkler gefärbt als die übrigen Theile der Nervenzellen. Bei genauer Untersuchung fand sich, dass diese grössere Intensität der Färbung nur eine scheinbare, durch die dunkelschwarze, auffallend hervorstechende Contour des Nucleolus erzeugt war, welche die eingeschlossenen Parenchymtheile des Nucleolus nur um so mehr für das Auge hob. Die Axencylinder sämmtlicher Nervenprimitivfasern waren intensiv roth, nicht aber das Mark und die Hülle.

Aus diesen Resultaten meiner Untersuchungen geht also die Bestätigung der höchst auffallenden, von Gerlach gefundenen Thatsache hervor, dass feine Segmente aus dem Central-Nervensystem, welche in eine höchst diluirte Auflösung von Carmin gelegt werden, nach kurzer Zeit (20—24 Stunden) sich darin äusserst intensiv roth färben. Dagegen widersprechen meine Erfahrungen denen Gerlach's in Betreff des Verhaltens der Nervenprimitivfasern (resp. weisser Substanz) des Central-Nervensystems. Ich finde, dass der Farbstoff auch die Axencylinder intensiv roth färbt, eben so wie das Nervenzellen-Parenchym. Ferner finde ich, dass das Kernkörperchen der Nervenzellen sich weder rascher noch intensiver färbt als die übrigen Gebilde der Nervenzellen, im Gegentheil oft farblos ist, wo die anderen Theile der Nervenzellen gefärbt sind; das Nämliche muss ich von dem Nucleus der Nervenzellen gegen Gerlach behaupten. Ferner fand ich das Nervenzellen-Parenchym viel früher gefärbt (nach einer Stunde schon) als Gerlach (nach 6 — 8 Stunden) es fand; desgleichen sah ich die Fortsätze der Nervenzellen viel früher, oft gleichzeitig mit dem Nervenzellen-Parenchym, durchtränkt, und kann durchaus nicht mit Gerlach übereinstimmen, dass zur Färbung der von der Nervenzelle entfernteren Theile ihrer Fortsätze eine längere Zeit erforderlich sei, als zur Färbung der nahe gelegenen, d. h. dass die färbende Wirkung von der Zelle aus zur Peripherie fortschreite. Auch fand ich keinen Unterschied bei der Färbung zwischen solchen Theilen, die nur kurze Zeit, und solchen, die Jahre lang in Chromsäurelösung gelegen hatten, bevor sie in die färbende Flüssigkeit eingelegt wurden. Beide färbten sich gleich rasch. Gerlach könnte mit einigem Rechte einwerfen, dass meine widersprechenden Erfahrungen sich nicht auf die Elemente des kleinen Gehirns, sondern auf die des Rückenmarks beziehen. Indessen wenn es wahr wäre — was ich aber nicht zugebe — dass die Nervenprimitivfasern und Nervenzellen des kleinen Gehirns sich gegen die Einwirkung der Carminlösung anders verhalten als diejenigen des Rückenmarks, so würde das eben beweisen, dass Dasjenige, was Gerlach als ein allgemeines Gesetz für Nervenelemente aufzustellen scheint, keine allgemeine Gültigkeit hat, vor Allem nicht für die Elemente des Rückenmarks. Ich wage aber die Behauptung, dass die Nervenelemente in allen übrigen centralen und peripherischen Theilen sich eben so verhalten, wie die des Rückenmarks, und mannichfache Erfahrungen dienen mir hier zur Stütze.

In jedem Falle mag hieraus der Schluss gezogen werden, dass die Behandlung der ver-

schiedenen Gewebstheile mit Farbstoffen manche Aufklärung bringen mag. Bis jetzt aber ist die Wissenschaft noch nicht einmal über den ersten Schritt hiezu hinausgelangt.

e. Die Aufbewahrung der feinen Abschnitte aus dem Rückenmark betreffend.

Die Möglichkeit verschiedene Abschnitte aus dem Rückenmark zu verschiedenen Zeiten zu prüfen und solche gleichzeitig mit Abschnitten aus anderen Provinzen des Rückenmarks genauer zu vergleichen u. s. w., war wohl früher, bevor ich meine Untersuchungen begonnen hatte, kaum als ein Desiderat empfunden worden, und kam früher, vor 1840, wohl kaum zur Sprache. Erst 1843 stellte sich für mich die Nothwendigkeit heraus, die verschiedenen Segmente, welche ich Schicht für Schicht aus Rückenmark und Medulla oblongata gemacht hatte, kürzere oder längere Zeit aufzubewahren und zur bequemen und raschen Vergleichung handlich vorräthig zu haben. Es gelang mir damals sehr unvollkommen, und meist hob ich (Med. obl. pag. VIII) die einzelnen Abschnitte in Alkohol auf und holte sie aus dem Gläschen zur Untersuchung hervor, um nach solcher sie wieder frei in dem Gefäss in dem Alkohol schwimmend aufzubewahren. Als ich meine Arbeiten über den Pons Varolii ausführte, war ich, nach vielen vergeblichen Versuchen einen passenden Kitt zu finden, um die zwischen zwei Glasplättchen in Alkohol liegenden Segmente dauernd und gut zu verschliessen, auf die Idee verfallen, das Wasserglas als Kitt anzuwenden, in der Weise, wie ich solches in meiner Schrift über den Pons Varolii (1846, p. 17, ff.) ausführlich mitgetheilt habe. Dieser Kitt war unzweifelhaft — wenn sorgfältig angebracht und gut überfirnisst — ein treffliches Hülfsmittel für mich; die Präparate hielten sich Monate, selbst Jahre lang, und nur mit Hülfe dieses Mittels war es mir möglich, die Abbildungen zum Buche über den Pons Varolii in der geschehenen Weise zu liefern, die bei der Grösse ihres Umfangs und bei der Genauigkeit, mit welcher sie ausgeführt werden mussten, die unveränderte Erhaltung eines und desselben Segments während mehrerer Monate mindestens zur absoluten Bedingung machten. Ich fand aber, dass die nach dieser Methode verkitteten Präparate eine zu häufige Nachbesserung der Verkittung erforderten, weil der Firniss mit der Zeit immer mehr Sprünge bekam, durch welche das Wasserglas mit der Luft in Berührung gesetzt wurde und in Folge dessen sich zersetzte, effloreseirte. Wenn in diesem Falle der richtige Moment zur Ausbesserung des Kitts versäumt wurde, so verdunstete der Alkohol, und das Präparat war verloren, ehe ich mich dessen versah. So habe ich Tausende von mühsam gemachten Segmenten aus den verschiedensten Theilen des Central-Nervensystems eingebüsst, bis ich endlich durch die oben beschriebene Methode, den Wasserglaskitt zu fertigen, auch diesen Nachtheil beseitigt hatte. Im Jahre 1850 setzte ich mich nemlich mit dem berühmten Erfinder des Wasserglases, Oberbergrath v. Fuchs in München, in Verbindung und holte seinen Rath ein. Dieser rieth mir, feste (pulverisirte) Körper zum Wasserglas zu mischen, um dadurch eine Art von Mörtel herzustellen, z. B. mit Magnesia, Zink, Kalk, Gyps etc., womit ich die Verkittung bewirken könne. Ich stellte in Folge dessen zahlreiche Versuche an und fand, dass das feingestossene Glas und das Pulver von Marmor die geeignetsten Stoffe zu diesem Zwecke sind. Obwohl nun das Wasserglas als luftbeständig gerühmt wird, obwohl die berühmten Kaulbach'schen Wandgemälde des neuen Museums in Berlin durch Wasserglas vor Zerstörung bewahrt werden, so ist es mir wenigstens bis jetzt nie gelungen, ein luftbeständiges Wasserglas zu erhalten, obwohl ich solches aus verschiedenen Fabriken bezogen und hier am Orte nach verschiedenen Methoden habe zubereiten lassen. Daher ich es bis jetzt für unumgänglich halte, auch den steinharten Kitt durch Stanniol-Ueberzug vor der Berührung mit Luft zu bewahren. Könnte aber ein Wasserglaskitt erlangt werden, der — einmal hart geworden — an der Luft sich nicht mehr veränderte, so müsste solcher — bei seinen übrigens ausgezeichneten Eigenschaften — ein vorzügliches Mittel zur Aufbewahrung der aus dem Rückenmark wie aus anderen Organen entnommenen Segmente in Alkohol abgeben.

In der neueren Zeit hat nun die Methode, feine thierische wie pflanzliche Segmente etc. zu mikroskopischer Untersuchung aufzubewahren, eine sehr grosse Ausbildung erlangt. Die Zusammenstellung dieser hierher gehörigen Verhandlungen würde eine Schrift für sich erfordern. Daher ich mich nur auf die Besprechung derjenigen Methoden beschränke, welche sich auf die Aufbewahrung von Segmenten etc. aus dem Nervensystem, resp. dem Rückenmark beziehen. Die hierher bezüglichen Mittheilungen zerfallen 1) in die Besprechung der Aufbewahrungsflüssigkeiten, und 2) in die der Methoden der hermetischen Verkittung der in der Flüssigkeit befindlichen Segmente oder Präparate.

1. *Die verschiedenen Flüssigkeiten zur Conservirung der aus dem Rückenmark gefertigten Segmente etc.*

Gute Methoden, feine Abschnitte aus den verschiedensten Theilen des Thierkörpers etc. aufzubewahren, hat bekanntlich vor Allen Harting (Het mikroskoop etc.) angegeben. Arsenige Säure, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Glycerin etc. spielen hierbei die wichtigste Rolle. Corti [24]) wandte die arsenige Säure als Aufbewahrungsflüssigkeit an und rühmt sie. Die arsenige Säure hat aber, nach Corti, den Uebelstand, dass „après plusieures semaines il se forme un précipité brun noir (arsénic métallique?), qui couvre en partie les préparations."

Ich selbst habe die arsenige Säure niemals angewendet, weil ich fand, dass das Chlorcalcium so vollkommen seinen Zweck erfüllt, dass es von einem anderen Mittel nicht übertroffen werden kann. Hannover (s. u.) wandte sowohl verdünnten Weingeist, wie auch sehr verdünnte Chromsäure an, und bei passender Verschliessung sind auch diese Flüssigkeiten ganz geeignet für Segmente aus dem Rückenmark. Clarke (s. o. p. 1070) wandte Canada-Balsam als das Medium an, in welchem das Segment des Rückenmarks eingeschlossen und vor Berührung mit der atmosphärischen Luft geschützt ward. Ich habe Clarke's Methode vielfach geprüft und habe gefunden, dass der Canada-Balsam alle die Theile des betreffenden Rückenmarks-Segments zu durchsichtig macht, so dass sie zur genaueren Erforschung ihrer Elementarstructur, wie der gröberen Texturverhältnisse, wenig oder gar nicht brauchbar sind. Schröder v. d. Kolk brachte das auch von Harting gerühmte Chlorcalcium (und Chlormagnesium) in Anwendung (s. o. p. 1072) und rühmt solches, mit Recht; auch nach meinen Erfahrungen gebührt diesem Mittel das grösste Lob. Das Glycerin ist von verschiedenen Seiten empfohlen worden; ich muss aber für Segmente aus dem Rückenmark entschieden dagegen warnen. Die vom Canada-Balsam angeführten Nachtheile gelten auch vom Glycerin, obwohl selbst Bidder u. Kupffer noch 1857 sagen, dass „Glycerin für sich auf Chromsäure-Präparate gar keinen Einfluss zu äussern scheint." Lenhossék's Methode ist eine Modification der Clarke'schen, und was von dieser gilt, muss auch von jener gesagt werden.

2. *Die Methoden der hermetischen Verkittung der Segmente.*

Bei Harting findet man auch in Bezug hierauf die verschiedenen Mittel aufgezählt. Der Verschluss der Deckgläschen mit Mastix-Firniss, Copal-, Asphalt-Lack etc. ist bei Anwendung von Chlorcalcium sehr zu empfehlen. Hannover (das Mikroskop, Leipzig 1855) gebraucht zur Verkittung Schellack, und man darf kühn behaupten, dass die Schönheit und Dauerhaftigkeit der Hannover'schen Präparate bewundernswerth ist. Jedoch ist sie zu zeitraubend, und wegen der

[24]) Corti, Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères; in: Siebold und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. III. p. 134, §. 9.

Dicke der anzuwendenden (Deck-) Gläschen ist sie für Segmente, die bei den höchsten Vergrösserungen mikroskopisch untersucht werden sollen, nicht anwendbar. Daher ich glaube, dass die von mir beschriebene Methode für schwache Vergrösserungen den übrigen vorerst noch vorzuziehen ist. Die Verkittung von Präparaten für höhere Vergrösserungen geschieht aber am besten mit Copallack oder Asphaltlack. Auch Schröder v. d. Kolk bedient sich des letzteren; eben so Welker und wohl die meisten heutigen Mikrotomen, vorausgesetzt, dass die Aufbewahrungsflüssigkeit den Lack nicht auflöst. Clarke und Lenhossék bedienen sich des Canada-Balsams sowohl zur Aufbewahrung der Segmente wie zur gleichzeitigen Verkittung.

Bei ganz kleinen, dem blossen Auge unsichtbaren, Objecten bringt Corti eine Modification des Harting'schen Verfahrens (Verkitten des Deckplättchens mit Mastix) an. Er deckt das Object mit einem feinem Deckglasstückchen, dann noch mit einem grösseren Deckglas, und dann verkittet er letzteres. „si mon objet se trouve vraiment sous le morceau de lame de verre (très-mince) . . . j'étends le mastic sur le porte-objet, de façon à renfermer la lame de verre, qui couvre la préparation, en restant toujours à quelque distance de cette lame de verre. J'introduis ensuite le liqueur conservateur en quantité suffisante, et je couvre enfin le tout avec une seconde lame de verre plus grande que la première et d'un millimètre d'épaisseur . ." Corti sieht hierin den Vortheil, „en ce que, avec un peu d'attention, on peut ajouter la seconde lame de verre sans mouvoir le moins du monde la préparation. . ." Es entsteht hierdurch aber der Nachtheil, dass das Präparat comprimirt wird, und dass durch die zwei Deckgläschen nur schwache Vergrösserungen (nicht die höchsten mit kurzem Focalabstand der Linsen) gebraucht werden können. Auch ist die Verrückung des Präparats bei späteren Bewegungen etc. doch damit nicht ausgeschlossen. Bei Abschnitten aus dem Rückenmark ist ein einfaches Deckplättchen völlig hinreichend [25]).

Zur Verhütung der Compression der Segmente etc. durch das Deckgläschen, — welche ich durch eine Schicht Wasserglas (bei den Präparaten für schwache Vergrösserung) erreiche, und bei den feinsten Segmenten (für die höchsten Vergrösserungen) entweder dadurch erlange, dass ich an dem wesentlichen (feinsten) Theile des Abschnitts einen etwas dickeren unwesentlichen ansitzen lasse, welcher die Compression des feineren Theils verhütet, oder dadurch erziele, dass ich bei der Anbringung des Firnissverschlusses sorgfältig darauf achte, dass eine genügende Menge Flüssigkeit unter dem Deckgläschen bleibt, — hat bekanntlich Welcker in Giessen eine Art Rahmen oder Verschluss von Wachs angebracht, der zum Theil unter dem Deckgläschen befindlich ist, und so die unmittelbare Berührung des Objects mit dem Deckgläschen verhindert.

v. Mohl [26]) bringt den von Welcker vorgeschlagenen Wachsverschluss, der dem Firnissverschluss vorangeht, mit einem, einer Giesskanne im Kleinen ähnlichen, Instrumente an, sehr sinnreich und passend [27]). Ich kann aber nach meinen Erfahrungen behaupten, dass eine solche Schicht von Wachs unter den Rändern des Deckgläschens für die feinsten Rückenmarks-Segmente überflüssig ist.

f. Die mikroskopische Untersuchung der passend vorbereiteten Segmente des Rückenmarks betreffend.

Ich habe oben auseinandergesetzt, dass die Untersuchung der zu erforschenden Rückenmarks-Segmente zuerst mit den schwächsten, dann progressiv verstärkten Vergrösserungen ein unerlässliches

[25]) Als Hauptbedingung zur Conservirung der Präparate sieht Corti (pag. 135) die Abhaltung der Luft von denselben an; — ich kann sagen, dass einige wenige Luftblasen in Alkohol-Präparaten nichts schaden.

[26]) v. Mohl, in: Botan. Zeitung, von Mohl und Schlechtendahl, 1857, p. 266.

[27]) Mohl's Verfahren, die Flüssigkeit mit einer Reissfeder unter das Deckgläschen (resp. an dessen Rand) zu bringen, ist sehr empfehlenswerth.

Mittel zur richtigeren Erkenntniss des feineren Baues des Rückenmarks ist; selbst die genaue Untersuchung mit dem unbewaffneten Auge muss der mikroskopischen vorangehen. Dass man die grossen Nervenkörper in den grauen Vorderhörnern an Querabschnitten des Rückenmarks mit blossen Augen als kleine durchsichtige Punkte erkennen kann, sah auch R. Wagner [28]) zwischen dem Compressorium. Bei feinen Abschnitten ist aber selbst das Compressorium nicht nöthig zu dieser Erkenntniss. Die früheren Beobachter haben in der Regel die Anwendung der schwächsten Vergrösserungen vernachlässigt und verfielen dadurch in manche Irrthümer. Erst in der neuesten Zeit lässt man der Anwendung progressiver Vergrösserungen (von den schwächsten an aufwärts) Gerechtigkeit widerfahren. Kölliker wandte zwar (1850) auch zuweilen schwache Vergrösserungen an, doch nur selten, und nicht in der nur einzig zum Ziele führenden systematischen Weise, wie ich solches angegeben und ausgeführt habe.

Rud. Wagner führt die verschiedenen Untersuchungsmethoden zur Erforschung des Baues des Rückenmarks resp. Central-Nervensystems [29]) in folgender Zusammenstellung auf:

„1) Die Methode der massenhaften wagrechten und senkrechten Durchschnitte vom grossen Gehirn aus, von Vesal, Vicq d'Azyr bis auf Sömmerring, die einzige“ [es ist zu bemerken, dass dies in der Regel an frischen Gehirnen resp. Rückenmarken Statt fand] „und noch jetzt für den ersten Vortrag die allgemein übliche“ [aber auch nicht ganz entbehrlich, obwohl ungenügend, da sie nur eine ganz oberflächliche, unzusammenhängende Kenntniss giebt; dass eine mikroskopische Untersuchung hierbei ganz ausgeschlossen war — ist bekannt].

„2) Die Methode, vom Rückenmark aus, insbesondere mittelst künstlicher Härtung, die Faserung des Gehirns zu verfolgen, nach Gall und Spurzheim, Reil und Burdach“ [die Untersuchung geschah auch von Seiten dieser Forscher mit unbewaffnetem Auge und musste also in Bezug auf die Erkenntniss der feineren Texturverhältnisse sehr ungenügend bleiben].

„3) Die Methode, vom Rückenmark aus mittelst sehr dünner Durchschnitte in verschiedener Richtung und unter Anwendung von Druckapparaten und schwachen Vergrösserungen der Segmente die Structur zu erforschen, nach Stilling und Clarke“ [ich habe hinzuzufügen, dass meine Methode in der Zerlegung des zu erforschenden Theils in lauter feine Abschnitte, die Schicht für Schicht auf einander folgen, ihr characteristisches Kennzeichen hat, dass die Anwendung der Druckapparate von mir aber nur in den ersten Jahren meiner Untersuchungen angewendet, seit 1843 aber von mir, als zu Irrthümern führend, verworfen worden ist und nur noch hie und da zu vergleichenden Untersuchungen frischer Theile gebraucht wird; dass endlich nicht die Anwendung schwacher Vergrösserungen allein, sondern die Anwendung zuerst der schwachen, und dann der progressiv stärkeren und stärksten, meiner Methode eigenthümlich ist. Clarke hat zuerst diese meine Untersuchungsmethode, fast 10 Jahre nach Veröffentlichung meiner ersten Arbeit, nachgeahmt.]

„4) Die Untersuchung der Elemente des Gehirns mittelst stärkerer Vergrösserungen, zuerst von Ehrenberg, hiernach von sehr vielen Andern unter Anwendung von chemischen Reagentien“, vorzüglich der Chromsäure [diese Untersuchung, von Valentin hauptsächlich auf das Rückenmark angewandt, kann vieles schätzbares Material liefern; aber die genauere Erkenntniss der Textur kann dadurch nicht erreicht werden].

Wagner gebraucht alle diese Methoden, insbesondere die dritte und vierte. Bei der letzteren, wo die Zerfaserung mit Nadeln vorausgehen muss, wendet Wagner „nicht allzufrische, sondern 2—3 Tage alte Stücke vom Gehirn und Rückenmark an, welche in stärker verdünnte Chromsäure eingelegt und nach 6—8 Tagen untersucht werden. Diese Präparate halten sich auch länger, werden

[28]) R. Wagner, Neurol. Unters. 1854, p. 193. [29]) R. Wagner, ibid. p. 157.

aber nach einigen Wochen unbrauchbar; an diesen Präparaten ist die Erhärtung nur an der Oberfläche erfolgt; in der Tiefe ist die Substanz weicher geworden, dadurch aber gerade lösen sich die Elemente bei der Zerfaserung leicht und schön; man erkennt Alles genau, indem selbst in den Capillaren die Blutkörperchen ihre Form behalten haben. Der Vortheil scheint darin zu liegen, dass die Chromsäure die im Innern sich entwickelnde Fäulniss verlangsamt. Daher man auch am Gehirn in der Luft oft gute Präparate erhält, wenn das richtige Stadium (der beginnenden Fäulniss) getroffen wird" [Ich kann die Zerfaserung der Segmente etc. mit Nadeln nichts weniger als empfehlen; die Segmente müssen so dünn sein, dass sie keiner weiteren Vorbereitung bedürfen, und zur Isolirung einzelner Elemente verschiedener Segmente ist die Zerfaserung gleichfalls überflüssig, weil an den Schnitträndern die verschiedenen einzelnen Elemente genügend häufig isolirt angetroffen werden. Nur die Zerfaserung von theilweise erweichten, d. h. zum Theil der Fäulniss anheim gefallenen Theilen kann in manchen Fällen (s. o. p. 1061) passend sein].

Nach Clarke war es Schilling (1852, l. c. p. 4), welcher eine 300fache Vergrösserung, in der Regel aber nur eine 100fache anwendete. Eben so verfuhren auch im Ganzen die übrigen Schüler Bidder's, Owsjannikow, Kupffer, Metzler, welche indess auch zur Erforschung der feinsten Texturverhältnisse eine 600—900fache Linearvergrösserung gebrauchten, wie an verschiedenen Stellen dieser Schrift bereits gelegentlich mitgetheilt worden ist. Auch Schröder van der Kolk wandte nur schwache, 10—60—100fache, Linearvergrösserungen an, und da dieser Forscher auf die Elementarstructur der genuinen Nervenelemente keine besondere Rücksicht genommen, so konnte er der höheren Vergrösserungen entbehren. Am entschiedensten sprach sich in neuerer Zeit Lenhossék (1855, l. c. p. 2) für die Anwendung der progressiven Vergrösserungen aus, und ich finde bei keinem der übrigen Forscher das Gewicht dieser Methode so betont, wie bei Lenhossék, und mit Recht. In der neuesten Zeit endlich äussern sich Biddder u. Kupffer (1857) über die mikroskopische Untersuchungsmethode. Bidder und Kupffer verlangen „zur vollständigen Beurtheilung der Chromsäure-Präparate, resp. feinen Segmente des Rückenmarks, eine wenigstens 300malige Vergrösserung und die Kenntniss der im frischen Zustande sich darbietenden Rückenmarkselemente" (p. 8).

Ich kann hiergegen nicht oft genug wiederholen, dass man zur Erforschung eines noch ganz unbekannten, oder früher nur theilweise untersuchten, Segments aus dem Rückenmark pededentim von der 15—20fachen Linearvergrösserung an zur 50fachen, dann zur 100—200—400fachen, selbst bis zur 900fachen übergehen muss, um die gröbere Textur, resp. die Elemente eines solchen feinen Segments genauer kennen zu lernen, und ich rathe einem Jeden, der sich mit diesen Dingen beschäftigt, erst mit den schwachen Vergrösserungen in der genannten Weise zu beginnen, bevor er die stärkeren und stärksten anwendet. Welches die beste Untersuchungsmethode einzelner Theile des Rückenmarks sei, z. B. die des Centralcanals, der Commissuren etc., das habe ich bei der Abhandlung der betreffenden Theile im 1. Buche dieser Schrift — bei Erwähnung der Präpararationsmethode derselben — auseinandergesetzt; daher ich den Leser dorthin verweise. Nicht minder habe ich auch die Methode, die verschiedenen Elementarbestandtheile des Rückenmaıks zu untersuchen, im Vorausgehenden (im 4. Buche) erörtert. Es scheit mir überflüssig, die wenigen zerstreuten Bemerkungen meiner Vorgänger über diese Punkte hier besprechen zu wollen. Nur will ich die Angaben Kölliker's, instar omnium, hier zu erwähnen nicht unterlassen. Kölliker sagt über die Untersuchung der Nervenröhren: „Das Allerbeste ist, verdünntes caustisches Natron oder Kali zuzusetzen [zu den Segmenten], welches alle Nervenzellen erblassen macht . . . auf die Röhren aber erst nach längerer Zeit einwirkt, und nur in so fern, als es dieselben heller und ihren Markinhalt flüssig macht." [30]) Ich kann aber diese

[30]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424.

Methode keineswegs empfehlen. Die Segmente müssen so fein sein, dass sie die einzelnen Nervenprimitivfasern in hinreichender Menge isolirt darbieten. Eine Aufhellung durch Natron, als Vorbereitungsmittel zur mikroskopischen Untersuchung, ist alsdann überflüssig.

Die Isolirung der Nervenzellen und ihre Fortsätze betreffend, sagt Kölliker: „Will man die ersteren (Nervenzellen) studiren, so zerzupft man die graue Substanz [der Rückenmarkssegmente] in Wasser, das nun nicht mehr alterirend einwirkt, oder am besten in Chromsäurelösung selbst.“ [31]) Auch gegen diese Methode muss ich mich erklären. Die Nervenzellen sind in genügend feinen Segmenten so deutlich enthalten, dass es des Zerzupfens nicht mehr bedarf.

ZWEITES CAPITEL.

Ueber die verschiedenen Arten der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks im Besondern.

Man kann das künstlich gehärtete Rückenmark in folgenden verschiedenen Weisen untersuchen: 1) durch Zerlegung desselben in horizontale Querabschnitte; 2) durch Zerlegung in verticale, der Fissura anterior und posterior parallele, Längsabschnitte; 3) und endlich durch Zerlegung desselben in verticale, die Fissuren in rechten Winkeln treffende Längsabschnitte [32]). Die genauere Anleitung, wie solche Untersuchung am besten zu bewerkstelligen ist, sollen die folgenden Mittheilungen geben.

1. Die Untersuchung des Rückenmarks durch Zerlegung desselben in horizontale Querabschnitte.

Das in Chromsäure gehärtete Rückenmark vom Menschen (mag solches nachher in Alkohol aufbewahrt gewesen sein, oder erst unmittelbar vor der Zerlegung aus der Chromsäurelösung genommen werden) wird durch Querschnitte in so viele Theile zerlegt, als Spinal-Nervenpaare aus demselben entspringen, am besten in folgender Weise. An derjenigen Stelle, aus welcher das unterste Wurzelfädchen für das erste Hals-Nervenpaar aus dem Rückenmark austritt, wird mit scharfem Rasirmesser ein Querschnitt (in rechtem Winkel mit der Axe des Rückenmarks sorgfältig geführt) durch die ganze Dicke des Rückenmarks gemacht, und auf solche Weise der oberste Theil des Rückenmarks, welcher als diejenige Provinz desselben zu betrachten ist, die dem 1. Hals-Nervenpaar den Ursprung gibt, von

[31]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 424.

[32]) Alle anderen Methoden der Zerlegung des Rückenmarks, z. B. durch solche Quer- oder Längsschnitte, welche die Axe des Rückenmarks oder die Fissuren in schiefen Winkeln treffen, sind mindestens überflüssig, und in der Regel zu Irrthümern führend.

dem übrigen Rückenmark abgetrennt [33]). Dieses abgetrennte Stück des Rückenmarks wird in ein passendes Gläschen mit Alkohol gethan, welches mit Nro. 1 als „Rückenmarks-Provinz des 1. Hals-Nervenpaars“ bezeichnet wird [34]). Durch einen zweiten, in gleicher Weise mit dem Rasirmesser geführten, Schnitt durch die Austrittsstelle des untersten Wurzelfädchens für das 2. Hals-Nervenpaar [35]) trennt man dasjenige Stück des Rückenmarks, aus welchem die sämmtlichen Wurzelfibrillen für das 2. Hals-Nervenpaar ihren Ursprung nehmen, von dem übrigen Organ, bringt das abgetrennte Stück (wie das erste) in ein Gläschen mit Alkohol, und bezeichnet solches mit Nro. 2 als „Rückenmarks-Provinz des 2. Hals-Nervenpaars.“ In dieser Weise fährt man fort, das ganze Rückenmark zu zerlegen, und so erhält man 32 Stücke vom Rückenmark, die, in 32 Gläschen mit Alkohol aufbewahrt und bezeichnet, die verschiedenen Gebiete des Rückenmarks repräsentiren, welche die verschiedenen Spinal-Nervenwurzeln aus sich entsenden, und zwar: 8 Hals-Nervengebiete, 12 Dorsal-, 5 Lumbal-, 5 Sacral-Nervengebiete, 1 Coccygeal-Nervengebiet, und zuletzt das Filum terminale als 32. Gebiet.

Man beginnt nun am besten mit der Zerlegung des Filum terminale, und zwar von dessen unterstem Endpunkte an, auf die oben (pag. 1039) beschriebene Weise. Der erste Querabschnitt aus dem Filum terminale wird auf die gleichfalls oben (pag. 1043) beschriebene Art auf die Glasplatte gebracht und sogleich oder erst später mikroskopisch untersucht. Alsdann macht man Schicht für Schicht einen zweiten, dritten, vierten Abschnitt u. s. w. aus dem Filum terminale, und bringt jedes neue Segment in der oben (p. 1043) bezeichneten Weise jedesmal unter das vorher gemachte Segment des Filum terminale. So erlangt man bald eine ganze Reihe von Segmenten, bald eine zweite und dritte Reihe, und so fort, dergestalt, dass man endlich das Filum terminale, in lauter feine Horizontalabschnitte zerlegt, in mehreren Reihen vor sich auf einer Glasplatte oder auf mehreren Glasplatten liegen hat. Wenn man nun mit Vorsicht auf die (p. 1043, ff.) angegebene Weise diese Abschnitte des Filum terminale mit einer zweiten Glasplatte bedeckt und verkittet, den Anfang und Lauf der Reihenfolge bezeichnet, so hat man nachher die grösste Leichtigkeit bei der mikroskopischen Untersuchung, alle Schichten nach einander, nach der natürlichen Reihenfolge ihrer Lage, von unten nach oben, oder von oben nach unten, betrachten und die Verschiedenheit ihrer Formverhältnisse in den verschiedenen höheren oder niedrigeren Schichten erforschen zu können.

Man fährt nun fort, von dem Conus medullaris, resp. dem Coccygealgebiet des Rückenmarks, an welchem man nun angelangt ist, also aus dem Gebiet Nr. 31, horizontale Querabschnitte zu machen, legt auch diese nach der Reihenfolge ihrer Anfertigung einen unter den andern, bis die Glasplatte, auf welche solche gelegt werden, hinreichend damit bedeckt ist, legt die ferneren Abschnitte eben so der Reihe nach auf eine dritte, vierte Glasplatte u. s. w., bedeckt alle diese mit den Deckplatten, ver-

[33]) Bei Ausführung dieses Querschnitts (wie aller alsbald zu beschreibenden übrigen) legt man am besten das Rückenmark auf einen Tisch, lässt solches nahe über und nahe unter der zu durchschneidenden Stelle von einem Gehülfen fixiren, und führt selbst den Schnitt mit einem auf beiden Flächen mit Alkohol benetzten guten Rasirmesser in der bezeichneten Richtung in einem vorsichtigen Zuge durch die ganze Dicke des Rückenmarks hindurch. Fixirt man das Rückenmark selbst mit der einen Hand, während man mit der andern den Querschnitt macht, so ist es schwieriger, den Querschnitt so gut und in nahezu genau einem dem rechten Winkel entsprechenden zu machen, als wenn man seine ganze Aufmerksamkeit nur allein dem Schnitt zuzuwenden hat.

[34]) Hängt an diesem Stück ein Theil der Medulla oblongata, so schadet das nichts; bei der nachfolgenden weiteren Untersuchung ist das sogar nützlich und dient als eine Art Handhabe, um so besser, als diese Rückenmarks-Provinz eine sehr kurze und schwer zu handhabende ist.

[35]) Man kann die betreffenden Schnitte sowohl durch die Austrittspunkte der bezeichneten untersten Fibrillen der vorderen oder der hinteren Spinal-Nervenwurzeln fallen lassen, je nachdem man das Rückenmark auf seine vordere oder hintere Fläche gelegt hat. Meistentheils treten die untersten Fibrillen der vorderen wie der hinteren Nervenwurzeln in nahezu gleicher Horizontalebene aus dem Rückenmark aus; doch nicht immer; die hinteren oft in tieferer Ebene als die vorderen, oder vice versa. Dieser Umstand bedingt aber keine grossen Verschiedenheiten bei der nachherigen Zerlegung in feine Segmente.

kittet sie und bezeichnet dieselben, so wie den Anfang der jedesmaligen neuen Reihe, mit Nro. 1, 2, 3 u. s. w. So zerlegt man endlich auch dieses ganze Rückenmarksstück in lauter feine Segmente, deren jedes so durchsichtig ist, dass es ohne weitere Präparation unter dem Mikroskop untersucht werden kann [36]).

Auf diese Weise zerlegt man ein Stück des Rückenmarks nach dem andern, bis man das ganze Rückenmark, vom Filum terminale bis zur Medulla oblongata hin, in lauter feine Querabschnitte zertheilt, und letztere, in numerirten Glasplatten der Reihe nach eingelegt, verkittet, und durch speciellere Bezeichnung der Glasplatten mit dem Diamant sich die einzelnen Abtheilungen des Rückenmarks, sei es nach den Ursprüngen der einzelnen Spinalnerven, sei es nach anderen Criterien, sich hinreichend kenntlich gemacht hat [37]).

Auf diese Weise bewahrt man also in einer Anzahl von verkitteten Glasplättchen das ganze Rückenmark auf. Ein jeder einzelne Abschnitt bildet gleichsam einen Theil des architectonischen Plans des Rückenmarksbaues, erläutert durch einen Querdurchschnitt einer höheren oder niedrigeren Etage, der nur unter das Mikroskop gelegt zu werden braucht, um dem Beschauer sofort ein Bild zu geben, so ausführlich und wunderbar gearbeitet, dass auch dem grössten Künstler es nicht möglich ist, an Zeichnung und Färbung auch nur von ferne die Natur zu erreichen.

Das Studium dieser Querdurchschnitte giebt begreiflicher Weise eine um so vollständigere Ansicht von dem Baue des Gebäudes, je vielfacher und genauer es betrieben wird. Die Tausende solcher Querabschnitte, in welche ein ganzes Rückenmark zerlegt werden kann, mit der nothwendigen Ausdauer und Aufmerksamkeit unter dem Mikroskope zu erforschen, die Verschiedenheiten eines jeden Segments von dem vorhergehenden und dem darauf folgenden Abschnitte in allen seinen Einzelnheiten kennen zu lernen und strict darzulegen, das ist allerdings eine Riesen-Aufgabe, welche noch ihrer Lösung harrt, und die vielleicht niemals so exact gelöst werden wird, wie es das Ideal der Wissenschaft verlangen muss. Wohl aber kann man eine Sammlung von Glasplatten, in welchen ein in lauter feine Segmente, durch Querabschnitte Schicht für Schicht genommen, zerlegtes Rückenmark enthalten ist, als ein grossartiges Kupferwerk betrachten, welches die genaueste Darstellung eines, mit Hiero-

36) Ist das betreffende Rückenmarksstück zu kurz, um mit den Fingern, behufs Anfertigung der Segmente, bequem gehandhabt werden zu können, so bewirkt man die Untersuchung resp. die Zerlegung dieses Theils in feine Querabschnitte eben so wie diejenigen eines Endstücks jeder anderen Rückenmarks-Provinz. Durch die oben (p. 1038, ff.) angegebenen oder einige andere Hülfsmittel, welche das Fassen des Rückenmarksstückchens erleichtern, z. B. durch Einlegen in ein passend ausgehöhltes Stückchen Wachs, oder in einen kleinen Fingerhut, oder in eine Art Patrone von mehreren Lagen eines festen Papiers u. dgl., oder man lässt die unteren Gebiete des Rückenmarks, vom untersten Ende des Conus medullaris bis zur Mitte der Lendenanschwellung etwa, an einem Stück ungetrennt, und zerlegt nun dieses Stück Schicht für Schicht von unten aufwärts, jedoch muss man sich vor der Zerlegung in Segmente durch umgelegte feine Fäden von Seide u. dgl. die Grenzen der im Ganzen nur kurzen verschiedenen Sacral- und unteren Lumbal-Nervengebiete des Rückenmarks bezeichnen, um Irrthümer zu vermeiden. Wenn man das Rückenmark in toto zu zerlegen beabsichtigt, und nicht blos einzelne Querabschnitte aus verschiedenen einzelnen Provinzen nehmen will, so kann man auch aus dem übrigen Rückenmark grössere (ungetrennte) Stücke, die 2—4 Nervenwurzel-Gebiete umfassen, zerlegen; solche Stücke sind natürlich bequemer zu handhaben, als viele kurze Spinal-Nervenwurzelgebiete des Rückenmarks.

37) Die Zerlegung des Filum terminale in horizontale Querabschnitte, welche Schicht für Schicht genommen werden, kann auch — ausser der oben p. 1039 bezeichneten Art — in folgender Weise geschehen: Man nimmt zwei ausschliesslich in Weingeist gehärtete Stückchen Rückenmark vom Kalbe, jedes 1½—2 Zoll lang, aus der Brust- oder Lendenanschwellung, legt beide dergestalt aufeinander, dass ihre beiden vorderen Flächen sich berühren; wenn sie gut gehärtet sind, so ist an der Stelle, wo die Arteria spinalis anterior verläuft, eine Art Einbuchtung vorhanden. In diese Einbuchtung legt man das von allen anhängenden Nervenwurzeln befreite Filum terminale der Länge nach ein, und klemmt dasselbe so gleichsam zwischen die beiden Rückenmarksstücke ein. Letztere hält man mittelst der Finger, oder eines Fadens, fest zusammen, dergestalt, dass sie gleichsam einen compacten Cylinder bilden, in dessen Mitte der Länge nach das Filum terminale verläuft. Hiernach macht man von den vereinigten Rückenmarksstücken und Filum terminale horizontale Querabschnitte, so dünn wie möglich; man bringt den jedesmal gemachten Abschnitt auf die Glasplatte, trennt die Rückenmarkssegmente von dem des Filum terminale, entfernt jene vom Glasplättchen, und die des Filum terminale lässt man darauf. Auf solche Weise kann man das Filum terminale von seinem untersten Endpunkte an, Schicht für Schicht, bis zum Conus medullaris hin, in die feinsten Abschnitte zerlegen und eine klare Ansicht über seinen Bau erlangen.

glyphen und zahllosen Inschriften aus einer noch unbekannten Sprache bedeckten, Labyrinths enthält, in welchem ein jeder, auch der kleinste Baustein ein Räthsel ist, das dem eifrigen Forscher einen erfreulichen Lohn für seine Auflösung verheisst, — ein Kunstwerk, sage ich, voll der schönsten und klarsten, schärfsten Bilder, die nur ihrer richtigen Deutung harren, und die Jahre lang täglich und stündlich betrachtet werden können, ohne ihre Schönheit, Schärfe und Wahrheit zu verlieren.

2. Die Untersuchung des Rückenmarks durch Zerlegung desselben in verticale, der Fissura anterior und posterior parallele, Längsabschnitte.

Diese Untersuchung geschieht am besten in folgender Weise: Nachdem das ganze Rückenmark, wie vorher beschrieben, gehörig gehärtet und in seine einzelne Provinzen, der Zahl der Spinalnerven entsprechend, zerlegt ist, macht man aus dem 1. Hals-Nervengebiet, von der Oberfläche des einen oder anderen Seitenstrangs, einen feinen Längsabschnitt, in der Art, dass die Schneide des Messers immer in einer, den Fissuren des Rückenmarks parallelen, Richtung während des Schnitts bleibt, und dass die Mittellinie zwischen den Insertionspunkten der hinteren und vorderen Nervenwurzeln durch den Abschnitt getroffen werde, resp. in dem Segment enthalten sei. — Das genommene Segment ist begreiflicher Weise etwa nur $\frac{1}{2}$—1 Linie breit, da es nur die oberflächlichste Schicht des Seitenstranges in der Mitte zwischen hinteren und vorderen Nervenwurzel-Insertionen dieser Seitenhälfte wegnahm. Man legt dasselbe auf die Glasplatte Nro. 1, und zwar zu oberst in die zu bildende erste Reihe der Abschnitte. Hierauf nimmt man einen zweiten Abschnitt von der gewonnenen schmalen Schnittfläche, die sich mit jedem folgenden Abschnitt vergrössert, dann nimmt man Schicht für Schicht immer folgende Segmente, welche alle der Reihe nach unter einander gelegt, und, wie oben bereits genauer angegeben ist, zwischen Glasplatten verkittet werden. Man fährt hiermit fort, bis die Abschnitte in die Fissura anterior und posterior fallen. Man hat alsdann die rechte oder linke Seitenhälfte des Rückenmarks, und zwar des 1. Hals-Nervengebiets desselben, in lauter feine, durchsichtige Segmente zerlegt, die in der Reihenfolge ihrer natürlichen Lage, von der Oberfläche gegen die Tiefe hin nach einander, da liegen, und nur unter dem Mikroskop untersucht zu werden brauchen, um die Ansicht von der Anordnung der Rückenmarkselemente in den oberflächlichen wie in den tieferen Schichten des betreffenden Theils zu geben. — Alles, was ich von den horizontalen Querabschnitten gesagt habe, gilt auch von diesen Längsabschnitten.

Man braucht nur eine Seitenhälfte der jedesmaligen Rückenmarks-Provinz zu zerlegen, da beide Seitenhälften symmetrisch sind, oder wenigstens, soweit unsere Hülfsmittel reichen, als symmetrisch anerkannt werden müssen. Möglich und höchst wahrscheinlich ist es, dass sie nicht stets und nicht absolut symmetrisch sind, da absolute Symmetrie sich sogar in keinem Körpertheile vorfindet. Die Unterschiede sind aber sicherlich so delicater Natur, dass sie vorerst von uns nicht erfasst werden können, und wir uns nur glücklich zu schätzen haben, wenigstens das, was sich als symmetrisch in beiden Seitenhälften zeigt, genauer kennen gelernt zu haben.

Ist nun auf diese Weise das oberste Hals-Nervengebiet des Rückenmarks zerlegt, so schreitet man weiter in der Zerlegung der nächstfolgenden Rückenmarks-Provinzen, und so gelangt man endlich bis zum Conus medullaris und Filum terminale. Man wird die dickeren Stellen des Rückenmarks, wie die Brust- und Lenden-Anschwellung, leichter zerlegen können, als die dünneren Theile desselben, wie den mittleren Theil zwischen den Anschwellungen und dem Conus medullaris, weil die dickeren leichter zu fassen und zu handhaben sind, die dünneren schwieriger, und die Güte des einzelnen Segments zum Theil durch das sichere, feste Erfassen des gerade zu zerlegenden Rückenmarksstücks bedingt ist. Ist man endlich bis zum Filum terminale gelangt, so sind die Schwierigkeiten, Längsabschnitte von demselben zu nehmen, scheinbar am grössten; sie werden indess auf die oben (p. 1039)

bezeichnete Weise leicht überwunden, indem man das Filum in Stücke von $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}''$ Länge theilt und dann Längsabschnitte davon nimmt. — Viele Rückenmarks-Prrovinzen, z. B. die der mittleren Dorsal-Nervengebiete, sind sehr lang, so dass es nicht möglich ist, je ein ganzes Segment aus der ganzen Länge dieses Gebiets in genügender Weise zu erlangen. Solche Gebiete des Rückenmarks theilt man durch Querschnitte in 2—3 kleinere, und zerlegt diese einzeln in die betreffenden Längsabschnitte. Dass man hierbei die höheren und niederen Gebietstheile genau zu bezeichnen habe, um nicht bei späterer Untersuchung in Irrthum zu verfallen, — versteht sich von selbst.

Wenn nun die Zerlegung des Rückenmarks in dieser Weise bewirkt worden ist, so hat man wiederum eine Reihe Tausender von Abschnitten, welche gleichsam die Architectur des Rückenmarks mittelst vollständiger Pläne der Längsdurchschnitte aus allen Etagen auf das Genaueste darlegen. Alles, was ich oben in dieser Beziehung von den Querabschnitten gesagt habe, gilt auch von den Längsabschnitten.

3. Die Untersuchung des Rückenmarks durch Zerlegung desselben in verticale Längsabschnitte, welche die Fissura anterior und posterior in rechten Winkeln durchschneiden.

Die Vorbereitung des Rückenmarks zu dieser Untersuchung ist dieselbe, wie zu den beiden vorhergehenden Arten der Zerlegung. Man nimmt von der hinteren Fläche der 1. Hals-Nervenprovinz des Rückenmarks, und zwar von dem hintersten und mittleren Theile der weissen Hinterstränge, in der Mitte zwischen den Insertionspunkten der beiden hinteren Nervenwurzel-Reihen, ein schmales Stückchen des Rückenmarks durch einen verticalen Schnitt ab; bei diesem Schnitte achtet man wohl darauf, dass die Klinge des schneidenden Rasirmessers möglichst im rechten Winkel mit der Fissura posterior geführt werde. Die flach gehaltene Klinge des Rasirmessers muss gleichsam längs der hinteren Oberfläche des Rückenmarks von oben nach unten hinabstreichen, und nimmt nur denjenigen Theil der Pia mater, welcher von der hinteren Fläche des Rückenmarks als Fortsatz zwischen die weissen Hinterstränge sich einsenkt, gerade an der Stelle hinweg, wo er zwischen die oberflächlichste Schicht der Hinterstränge eintritt; zugleich erfasst der Schnitt einige der oberflächlichsten Fasern der weissen Hinterstränge des Rückenmarks, welche die hintersten Punkte der Fissura posterior beiderseits zunächst begrenzen.

Der genommene Abschnitt ist begreiflicher Weise nur schmal, $\frac{1}{2}$—1 Linie breit, und eben so die dadurch erlangte Schnittfläche an der hinteren Oberfläche des Rückenmarks. Man legt dieses erste Segment, als oberstes der zu bildenden ersten Reihe, auf die Glasplatte Nro. 1, und nimmt hiernach weitere Abschnitte von der genannten Schnittfläche, wobei die Schärfe des Messers genau nach obiger Angabe zu führen ist. Begreiflich vergrössert sich die Schnittfläche mit jedem weiterhin genommenen Segmente, und ebenso die letzteren selbst. Durch fortgesetztes Abnehmen der Segmente Schicht für Schicht (und durch das Einlegen derselben zwischen Glasplatten nach der Reihenfolge) kommt man bald in die Mitte des Rückenmarks, endlich über diese und die vordersten Schichten der grauen Vorderstränge hinaus, in die vorderen Schichten der weissen Vorderstränge. Je dünner jetzt das betreffende Rückenmarksstückchen wird, desto schwieriger ist es, passende Abschnitte davon zu nehmen, endlich wird es so dünn, dass es mit den Fingern nicht mehr zu handhaben ist, und man muss darauf verzichten, die vordersten Schichten der weissen Vorderstränge dieses Rückenmarksstückchens in gleicher Weise zu zerlegen, wie die hinter ihm gelegenen. Man ergänzt diesen Mangel dadurch, dass man ein gleiches Stück eines anderen Rückenmarkes von der vorderen Rückenmarksfläche aus zerlegt; der erste Abschnitt enthält hier den Theil der Pia mater, welcher sich in die Fissura anterior einsenkt, nebst dem mittleren Theil der vordersten Schichten der beiden äusseren Vorderstränge, welche

die vordere Grenze der Fissura anterior bilden helfen, oder letzterer beiderseits zunächst liegen und einen Theil der vorderen Oberfläche der weissen Vorderstränge bilden. Dieses erste Segment kann entweder das unterste der Reihenfolge für das zu ergänzende Rückenmarksstück bilden, oder es bildet das oberste Segment (der ersten Reihe) eines, wie vorher beschrieben, nur in umgekehrter Richtung zu zerlegenden gleichen Rückenmarksstücks. — In diesem letzteren Falle würden die hintersten Schichten der weissen Hinterstränge fehlen, welche alsdann durch ähnliche Abschnitte aus dem entsprechenden Theile eines andern Rückenmarks zu ergänzen wären. Auf solche Weise ergänzt man in dem einen Falle die vorderen Schichten, im andern die hinteren Schichten des Rückenmarks, und erlangt somit eine Reihenfolge von Segmenten, welche den obersten Theil, d. h. die Provinz des 1. Hals-Nervengebiets des Rückenmarks, in der Länge von $1/4$—$1/2$ Zoll, zerlegt in lauter durchsichtige, Schicht für Schicht auf einander folgende, Segmente — durch die Fissura anterior und posterior in rechten Winkeln fallend — repräsentiren.

Man zerlegt in dieser Art jede folgende Provinz des Rückenmarks, von oben nach unten fortschreitend, bis man endlich an den letzten Schichten des Filum terminale angelangt ist. Alle diejenigen Rückenmarksgebiete, welche zu lang sind, um je von ihrer ganzen Länge ein passendes Segment erlangen zu lassen, theilt man in mehrere Stücke, wie oben bei den sub 2 beschriebenen Längsabschnitten angegeben worden ist.

Hat man alle die Segmente aus den verschiedenen Höhen und Schichten aller Provinzen des ganzen Rückenmarks in dieser Weise zwischen Glasplatten verkittet, so besitzt man in ihnen wiederum gleichsam ein architectonisches Prachtwerk über den Bau des Rückenmarks, erläutert durch die schönsten Aufrisse und Profile aus allen Höhen und Tiefen, wenn man dieselben mit dem Mikroskope untersucht.

* *
*

Ich erwähne nun noch einiger Cautelen, welche bei den eben beschriebenen Zergliederungsweisen des Rückenmarks zu beachten sind.

1. Bei der Zerlegung in horizontale Querabschnitte ist es ganz einerlei, ob man die Schärfe des Messers zuerst an die vordere Fläche des Rückenmarks ansetzt und erst durch die Vorder-, dann durch die Hinterstränge hindurch weiter schneidend an der hinteren Fläche des Rückenmarks den Schnitt beendet, oder umgekehrt: den Schnitt an der hinteren Rückenmarksfläche beginnt und durch die Vorderstränge hindurch an der vorderen Rückenmarksfläche die Messerschneide hinausführt, oder endlich: ob man die Messerschneide zuerst an den einen Seitenstrang ansetzt und durch den Seitenstrang der anderen Seitenhälfte wieder ausführt; es ist also — sage ich — ganz einerlei, ob man die horizontalen Querabschnitte des Rückenmarks in der Richtung von vorn nach hinten, von hinten nach vorn, oder von einer Seite zur anderen macht. Dem einen Anatomen wird diese, dem anderen jene Art, die Abschnitte zu nehmen, mehr handgerecht sein. Die Resultate bleiben dieselben. Aber bei jeder Art, die angegebenen Schnitte zu machen, wird man finden, dass die anfangs bemerkte horizontale Querdurchschnittsfläche des betreffenden Rückenmarksstücks, von welchem man die Segmente abschneidet, bald eine schräge Fläche wird, nicht mehr so genau wie anfangs horizontal ist (das Rückenmarksstück in solcher Lage gedacht, wie es im aufrecht stehenden Menschen befindlich ist). Dies kommt daher, dass es auch der geschicktesten Hand unmöglich ist, bei den vielen abzunehmenden Segmenten das eine genau so dünn oder so dick abzuschneiden, wie das vorhergehende oder nachfolgende. In fast allen Fällen wird man finden, dass die Segmente an der Stelle, wo die Messerschneide zuerst angesetzt wird, dicker sind, und am dünnsten da, wo der Schnitt endet. Hat man also an der vorderen Fläche des Rückenmarks die Abschnitte begonnen, so werden nach Abnahme von 40—50 Abschnitten die weissen Vorderstränge dieses Rückenmarksstücks tiefer abgeschnitten sein,

als die weissen Hinterstränge, und der letzte Querabschnitt enthält alsdann nicht mehr genau die Querdurchschnitts-Punkte der verschiedenen Rückenmarkstheile aus einer und derselben Höhe, oder aus annähernd einer und derselben horizontalen Ebene.

Diesem Uebelstande begegnet man dadurch, dass man die Richtung, in welcher die Segmente genommen werden, von Strecke zu Strecke umkehrt, dass man also z. B. die ersten 20—30 Segmente von vorn nach hinten, die nächstfolgenden 20 — 30 von hinten nach vorn macht u. s. w. In solcher Weise wird man nie eine zu schräge Durchschnittsfläche erzeugen; eine absolut horizontale ist freilich nicht möglich zu erlangen; eine solche ist aber auch nicht nöthig, weil die Verschiedenheit des Rückenmarksbaues nicht in so kurzen Strecken auffallende Veränderungen bietet, dass man fürchten müsste, eine Höhenverschiedenheit von $1/_{20} — 1/_{30}'''$ in den einzelnen Theilen eines Segments bedinge eine, für unsere Hülfsmittel schon auffallende oder erkennbare, Verschiedenheit der Organisation von derjenigen der vorhergehenden oder folgenden Segmente.

2. Was ich hier von den horizontalen Querabschnitten gesagt habe, findet auch seine Anwendung auf die Anfertigung der verticalen Längsabschnitte, welche den Fissuren parallel sind, oder solche in rechten Winkeln schneiden. Es ist ganz einerlei, ob diese Schnitte von oben nach unten, oder umgekehrt, von einer Seite zur andern, oder von vorn nach hinten, oder in umgekehrter Richtung gemacht werden. Ich glaube aber, mich einer specielleren Erörterung überheben zu dürfen, indem ich mit dem allgemeinen Satze schliesse, dass bei jeder Art der Zerlegung des Rückenmarks in durchsichtige Segmente, Schicht für Schicht, die Richtung des Schnitts von Zeit zu Zeit umzukehren, d. h. entgegengesetzt der bisherigen zu nehmen ist, sobald man gewahrt, dass die nach dem jeweilig gewonnenen Segmente sich darbietende Schnittfläche auffallend von der gewollten Ebene oder Richtung abweicht.

Ich wende mich nun zu der Betrachtung der besonderen Vortheile einer jeden der oben beschriebenen verschiedenen Arten der Zerlegung des Rückenmarks. 1) Die horizontalen Querabschnitte geben schon auf den ersten Blick eine Total-Uebersicht der Anordnung der verschiedenen Rückenmarkstheile im Groben und Ganzen. In so fern sind dieselben für das erste Studium den übrigen vorzuziehen. Auch sieht man in ihnen am besten den Canalis centralis und die Anordnung seines Epitheliums, die schöne Kreuzung der Commissura anterior, die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln durch die ganze Dicke der weissen Vorderstränge bis in die Tiefe der vorderen grauen Substanz, die Haufen der grossen Nervenzellen in der vorderen grauen Substanz, die Lagerungsverhältnisse der gelatinösen Substanz, die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, welche in Bündeln die gelatinöse Substanz kreuzen oder durchsetzen, und endlich die — bis auf die Commissuren und die zwischen diesen gelagerten Theile — vollständige Trennung des Rückenmarks in zwei gleiche oder fast gleiche Seitenhälften mittelst der Fortsätze der Pia mater zwischen den weissen Vorder- und Hintersträngen und der hierdurch gebildeten Fissura anterior und posterior. Aber eine Menge anderer Verhältnisse bleiben, bei ausschliesslicher Untersuchung von Querabschnitten, verborgen.

2) Die verticalen Längsabschnitte, welche der Fissura anterior und posterior parallel sind, geben am besten Auskunft über die Lagerungsverhältnisse der Primitivfasern in den Seiten-, Hinter- und Vordersträngen; am besten und ausschliesslich über die Kreuzung der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln mit den Längsfasern der weissen Vorderstränge, und über die theilweise Bildung weisser Vorderstränge durch die centralen vorderen Nervenbahnen; über den Zusammenhang der grossen Nervenzellen-Kerne (für die vorderen Nervenwurzeln) der vorderen grauen Substanz längs des ganzen Rückenmarks; über die Lagerung der Epithelien im Canalis centralis und über manche andere Verhältnisse, welche alle hier speciell anzuführen überflüssig sein würde.

3) Die verticalen Längsabschnite, welche die Fissuren in rechten Winkeln schneiden, geben endlich die besten Anschauungen über den centralen Verlauf der hinteren Nerven-

wurzeln. Die Kreuzungen, welche letztere mit den Längsfasern der weissen Hinterstränge bilden, sind in so wunderbar schöner Weise durch keine andere Präparation sichtbar zu machen. Die Constituirung der weissen Hinterstränge durch die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln wird gleichfalls durch keine andere Untersuchungsmethode entscheidender dargelegt. Ferner sind die Umbeugungen der weissen Längsfasern der Seitenstränge in die graue Substanz, und der Uebergang von Querfasern der grauen Substanz in Längsfasern der Seitenstränge u. s. w., durch keine andere Zerlegungsmethode so evident darzulegen, wie durch diese. — Ausserdem sieht man die Verhältnisse des Canalis centralis und seiner Umgebung, die Verhältnisse der Commissuren, der gelatinösen Substanz, und noch vieles Andere, wovon hier zu reden überflüssig wäre, in sehr instructiver Weise, dergestalt, dass diese Methode als eine unerlässliche zum Studium der Anatomie des Rückenmarks bezeichnet werden muss.

Alle diese eben besprochenen Methoden müssen aber von einem und demselben Forscher nach einander in Anwendung gebracht werden; eine schliesst die andere nicht aus, vielmehr ergänzt eine die andere; jede hat ihre Vorzüge, welche die anderen entbehren, jede hat Mängel, welche durch die Vortheile der anderen ausgeglichen werden.

Die Ausführung der Zerlegung des Rückenmarks nach der von mir beschriebenen Methode wird Vielen — wegen der riesenhaften Arbeit — abschreckend erscheinen. Sie ist aber unerlässlich, und die Wissenschaft fordert sie. Hat man sich erst die nöthige Uebung im Anfertigen der Segmente u. s. w. verschafft, so schreitet die Arbeit der beschriebenen Zerlegung des Rückenmarks rascher vor, als man anfangs glaubt; und ist die Zerlegung gut bewirkt, und sind die Segmente gut zwischen Glasplatten aufbewahrt, so hat man den Genuss dieser Arbeit auf die Dauer. Diejenigen Forscher, welche sich mit einer allgemeinen Uebersicht über den Bau des Rückenmarks begnügen wollen, ohne in die Tiefen der genaueren Erkenntniss der Rückenmarks-Textur der verschiedensten Schichten und Regionen hinabzusteigen, können sich aus den verschiedenen Rückenmarks-Provinzen je 2—4 Querabschnitte, und aus einigen auch verticale Segmente, anfertigen und solche mit einander vergleichen. Das ist eine leicht gethane Arbeit, die ebenfalls einen guten Theil der Kenntniss der Rückenmarks-Organisation erlangen hilft. Vielen Forschern mag diese Methode als eine zu scrupulöse erscheinen, weil zahllose Segmente, sowohl Quer- wie Längsabschnitte aus dem Rückenmark, anscheinend keine Verschiedenheiten ihrer Organisation erkennen lassen. Ich bekenne aber wiederholt, dass ein jedes Segment seine Eigenthümlichkeiten hat, die nur dem ersten Blick weniger auffallen, und dass die Wissenschaft durchaus nicht von der Forderung abstehen kann, dass das Rückenmark in der bezeichneten Weise auf das Genaueste und bis zum Aeussersten hin erforscht werde.

* *
*

Das Vorstehende gilt vom Rückenmark des Menschen. Ich muss das Nämliche vom Rückenmark der grösseren Säugethiere, des Kalbs u. s. w. sagen. In ähnlicher Weise geschieht die Zerlegung des Rückenmarks kleinerer Säugethiere, jedoch sind dabei die oben (p. 1038) vorgeschriebenen Cautelen zu beobachten; auf die genaue Bezeichnung der Rückenmarks-Provinzen, aus welchen die betreffenden Segmente genommen werden, so wie auf die genaue Bezeichnung der letzteren selbst, muss stets ein Hauptaugenmerk gerichtet werden.

Bei Zerlegung des mit den Fingern nicht leicht zu handhabenden Rückenmarks kleinerer Säugethiere in Querabschnitte kann ich das Einklemmen resp. Festhalten zwischen zwei, der Länge nach halbirten, Stücken Kalbs-Rückenmarks, welches in Alkohol allein gehärtet wurde (s. o. p. 1039), nicht genug empfehlen. Eben so bei der Zerlegung solcher Rückenmarke in Längsabschnitte.

Die Zerlegung des Rückenmarks der Vögel in Querabschnitte geschieht nach der oben (p. 1038) angedeuteten Weise, wenn es sich um das Rückenmark von einem grösseren Vogel handelt.

Bei kleineren Vögeln, oder bei den weniger umfangreichen Rückenmarks-Provinzen auch der grösseren Vögel, bleibt wiederum das Einlegen des zu zerlegenden Stücks zwischen die Hälften eines in Alkohol gehärteten Kalbs-Rückenmarks das empfehlenswertheste Mittel zur bequemen Handhabung u. s. w. Dasselbe gilt von der Zerlegung in verticale Segmente bei kleineren Vögeln, während dagegen z. B. von der Sacralanschwellung des Puters oder der Gans Längsabschnitte gemacht werden können, indem man den betreffenden Theil mit den blossen Fingern der einen Hand hält, weil die Handhabung dieses relativ umfangreichen Rückenmarkstheils mit der blossen Hand fast so leicht ist, wie die eines Stücks von Kalbs-Rückenmark.

Bei der Zerlegung des Rückenmarks der Fische kommt es auf den Umfang dieses Organs an. Ich habe Rückenmark von grossen Haifischen z. B. gehabt, dessen Zerlegung mir keine grösseren Schwierigkeiten bot, als das des Menschen- oder Kalbs-Rückenmarks. Wer Gelegenheit hat, an den Küsten des Mittelmeeres, z. B. in Nizza, Neapel etc., sich Rückenmark von dem genannten Thiere zu verschaffen, wird sich über die Leichtigkeit freuen, mit welcher sich die Vorbereitung des Rückenmarks zur anatomischen Untersuchung [38]) bewerkstelligen lässt. Das Rückenmark kleinerer Fische kann durch Einlegen der betreffenden Theile zwischen zwei Hälften des in Alkohol gehärteten Kalbs-Rückenmarks bequem in Querabschnitte zerlegt werden. Das Rückenmark von Petromyzon kann durch dieses Hülfsmittel überaus bequem in die feinsten Querabschnitte zerlegt werden. Das umfangreichere Rückenmark von anderen Fischen, von Torpedo, dem Hecht, der Forelle, dem Lachs u. s. w. kann man in der oben (p. 1038) bezeichneten Weise, theilweise umgeben von seinen knöchernen Umhüllungen, die eine gute Handhabe abgeben, in Querabschnitte zerlegen, oder auch nach vorgängigem Einlegen zwischen die Hälften eines Stücks von in Alkohol gehärtetem Kalbs-Rückenmark. Das gleiche eben genannte Hülfsmittel ist nothwendig zur bequemen Zerlegung des Rückenmarks der verschiedenen kleineren Fische in Längsabschnitte. Will man aber vom Rückenmark des Petromyzon solche Längsabschnitte machen, welche in rechten Winkeln durch die Fissuren fallen, so muss man folgendes Verfahren beobachten: Man nimmt ein solches Thier, welches — nach Entfernung der Eingeweide — übrigens aber in toto, oder in 2 Hälften getheilt (s. o. p. 1036), in die Chromsäurelösung eingelegt wurde. Durch zwei Querschnitte schneidet man dasjenige Stück vom Thier ab, welches den zu untersuchenden Rückenmarkstheil enthält. Man öffnet nun mit einem scharfen Scalpell den Wirbelcanal vom Rücken her, und legt vorsichtig die hintere Oberfläche des Rückenmarks blos, indem man von allen seitlichen Rumpftheilen des Fisches, Muskeln etc., möglichst viel ansitzen lässt, um sich solcher als Handhabe zu bedienen. Mit Hülfe eines in Alkohol getauchten Malerpinsels spült man alle die geronnenem Eiweiss ähnlichen Massen (verändertes Cerebrospinal-Fluidum), welche die hintere Fläche des Rückenmarks umgeben, ab, so dass die hintere Rückenmarksfläche, gleichsam wie abgewaschen, rein und glänzend vor Augen liegt. Von den Wirbeln nimmt man nur die hinteren Theile mit dem Messer hinweg, dergestalt, dass die vorderen Spinal-Nervenwurzeln des zu zerlegenden Rückenmarksstücks durchaus unberührt bleiben, und das Rückenmark mit der Wirbelsäule in fester Verbindung erhalten [39]).

[38]) Der Wirbelcanal bei'm Haifisch ist sehr geräumig, die Cerebrospinalflüssigkeit in grosser Menge vorhanden; das Rückenmark ist daher sehr leicht aus seinen Umhüllungen ohne Verletzung in langer Strecke herauszunehmen. Auch härtet sich dasselbe in mässig starker Chromsäurelösung sehr rasch und leicht.

[39]) Nur hierdurch gelingt die spätere Zerlegung. Denn hat man von den Wirbeln zu viel nach vorn weggeschnitten, und die vorderen Nervenwurzeln von ihren Insertionspunkten durch Schnitt oder Riss getrennt, alsdann hat das betreffende Rückenmarksstück in dem geöffneten Wirbelcanal keinen Halt mehr, und bewegt sich daher von der Stelle, so wie man nachher mit dem Rasirmesser einen Abschnitt davon zu machen versucht. Hängt dagegen das betreffende Rückenmarksstück mittelst der vorderen Nervenwurzeln fest mit den Wirbelkörpern zusammen, alsdann bietet es dem schneidenden Rasirmesser einen guten Widerstand oder Halt, weicht nicht von der Stelle bei'm Schneiden, und lässt sich in die feinsten Abschnitte zerlegen.

Alsdann macht man, Schicht für Schicht, die gewollten Längsabschnitte, die nur bei Zerlegung der vordersten Schichten einige Schwierigkeiten bieten, weil man hierbei theils durch die vorstehende Wirbelsäule, welche nunmehr die Ausführung eines Schnitts mit horizontal gehaltener Messerklinge nicht füglich mehr gestattet, theils durch den nicht mehr fest liegen bleibenden Rest des Rückenmarksstücks selbst behindert wird. Uebung und Geschick helfen aber auch hier die meisten Schwierigkeiten überwinden.

Zur Zerlegung des Rückenmarks der Amphibien (Frösche) bedient man sich theils der oben (p. 1038) schon bezeichneten Hülfsmittel, vorzugsweise aber des Einlegens zwischen die Hälften eines in Alkohol gehärteten Kalbs-Rückenmarksstücks, gleichviel ob man Quer- oder Längsabschnitte vom Rückenmark nehmen will. Zur Anfertigung solcher Längsabschnitte, welche die Fissura posterior (und anterior) in rechten Winkeln treffen, kann man übrigens auch bei Fröschen (und allen übrigen kleineren Wirbelthieren) das eben in Betreff des Petromyzon beschriebene Verfahren anwenden, und sich der Wirbelsäule und des Rumpfs der betreffenden Thiere als einer Handhabe bedienen, während das zu untersuchende Rückenmarksstück mittelst der intact gelassenen vorderen Nervenwurzeln mit den Wirbelkörpern in fester Verbindung bleibt.

ZWEITES BUCH.

Die speciellen Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsmethoden des Rückenmarks.

Die systematische Mittheilung der in diese Abtheilung gehörigen Thatsachen muss, streng genommen, Folgendes umfassen: 1) Eine möglichst ausführliche Beschreibung eines jeden der Tausende von horizontalen Querabschnitten, in welche das ganze Rückenmark (des Menschen etc.) zerlegt worden ist, und zwar nach Form und Flächeninhalt, im Ganzen sowohl, wie seiner verschiedenen Substanzen und Theile im Besondern; ferner die Beschreibung der Zahl, Form, Grösse, Lagerung, Verbindung etc. der verschiedenen Elemente, Nervenprimitivfasern, Nervenzellen u. s. w., im Allgemeinen wie im Besondern. 2) Eine gleich ausführliche Beschreibung eines jeden der Tausende von Längsabschnitten, welche parallel mit den Fissuren durch die sämmtlichen Gebiete des Rückenmarks gemacht worden sind. 3) Eine eben so genaue Beschreibung der vielen Tausende von Längsabschnitten, welche, in rechten Winkeln durch die Fissuren fallend, aus den sämmtlichen Gebieten des Rückenmarks gemacht worden sind. Endlich 4) eine Vergleichung der Ergebnisse der sub 1—3 bezeichneten Untersuchungen miteinander, in jedem einzelnen Spinal-Nervengebiete des Rückenmarks, resp. in sämmtlichen Gebieten dieses Organs, aus welcher Vergleichung dann schliesslich die endgültige Darstellung des feinsten Baues des Rückenmarks, im Allgemeinen wie im Besondern, sich ergeben würde.

Das hier bezeichnete Postulat würde zuerst vom Rückenmark des Menschen auszuführen sein; dann von demjenigen der Säugethiere; hiernach eben so von dem Rückenmark der Vögel, der Fische und der Amphibien.

Bedenkt man den Umfang dieser Aufgabe, so wird vielleicht ein Jeder die stricte Ausführung derselben für eine Unmöglichkeit halten. Ich kann zwar nicht absolut hiermit übereinstimmen, und muss es wiederholt betonen, dass im Rückenmark nicht eine einzige Nervenprimitivfaser, nicht eine einzige Nervenzelle, nicht ein einziger Nervenzellen-Fortsatz vorhanden ist, der nicht seine ihm eigenthümliche ganz specielle Bedeutung hätte, dass also im Rückenmark nicht ein einziges Element vorkommt, welches als indifferent bezeichnet, oder als ein solches angesehen werden könnte, von dem es gleichgültig ist, ob man es kennt und seiner Erwähnung thut, oder nicht; dass demnach das Ideal der Wissenschaft durchaus eine genaue Rechenschaft verlangen muss über die Bedeutung jeder Nervenprimitivfaser und Nervenzelle etc. in den verschiedensten Höhen des Rückenmarks; dass die Unter-

suchungsmethoden zwar noch nicht so weit vorgeschritten sind, um die Verwirklichung jenes Ideals in naher Zukunft erwarten zu lassen; dass aber andererseits nicht zu läugnen ist, die Methoden der anatomischen Untersuchung des Rückenmarks könnten noch so vervollkommnet werden, dass — was uns jetzt unmöglich scheint — auf überraschende Weise erreicht wird. Mögen daher auch Jahrtausende vorüber ziehen, bevor diese Aufgabe gelöst wird, mögen Tausende von Forschern die ganze Kraft ihres Lebens daran setzen, um den in ferner Höhe schwebenden Preis zu erreichen, — ein Mal wird die Zeit kommen, in welcher er errungen wird. Bis dahin muss ein jeder Forscher das Seine dazu beitragen, Schritt für Schritt auf der schwierigen Bahn vorwärts zu dringen. Ich für meinen Theil fühle einige Befriedigung in dem Bewusstsein, wenn auch nicht einen Theil dieser Bahn geebnet, doch mindestens das Ziel bezeichnet, und einen richtigen, wenn auch nur sehr kurze Strecke vorwärts führenden, Weg zu ihrer Weiterverfolgung angedeutet zu haben. Mögen spätere Forscher, auf den Schultern ihrer Vorgänger stehend, ihre Blicke in immer weitere Kreise dringen lassen.

Ich wende mich nun zur speciellen Besprechung der hier abzuhandelnden Thatsachen, betrachte aber das von mir Mitzutheilende nur als ein ganz geringes Fragment, als eine schwache Skizze, oder gewissermassen nur als die Andeutung zu dem Versuche, wie die vorstehend scharf bezeichnete Aufgabe künftig zu lösen sei.

1. Die Ergebnisse der Untersuchung des in horizontale Querabschnitte zerlegten Rückenmarks.

Die richtige, den nöthigen Anforderungen entsprechende, Darlegung der hierher gehörigen Thatsachen würde mit der Beschreibung des die oberste Schicht (Horizontalebene) des ersten Hals-Nervengebiets bildenden Theils (Segments) des Menschen-Rückenmarks beginnen, die Form, die Grösse, den Flächeninhalt des feinen Abschnitts in verschiedenen Lebensaltern und Geschlechtern im Allgemeinen, wie die Form etc. der verschiedenen weissen und grauen Stränge etc. im Besondern beschreiben, dann die Anzahl, die Dimensionen, die Form, die Lagerung, die Verbindung u. s. w. der verschiedenen einzelnen Nervenprimitivfasern und einzelnen Nervenzellen in den verschiedenen weissen wie grauen Substanzen ganz speciell darlegen, nicht minder die Gefässe, die Bindegewebstheile etc. besprechen, und in dieser Weise jedes folgende Segment aus den tieferen Schichten des 1. Hals-Nervengebiets, wie aller übrigen Spinal-Nervengebiete, des Rückenmarks beschreiben, so weit als die Untersuchung der betreffenden Segmente, mit unbewaffnetem Auge sowohl wie mit dem Mikroskop, mit schwachen wie mit starken Vergrösserungen, mit Hülfe des Planimeters oder anderweiter Apparate, nur immerhin gestatten mag. Eben so, wie vom Menschen-Rückenmark hier angegeben ist, müsste nachher das Rückenmark aller verschiedenen Säugethiere beschrieben werden. Auf die Ausführung dieses Problems muss ich aber verzichten, und zwar aus zwei Gründen: zuerst habe ich die Untersuchung in der vorgezeichneten Weise selbst nicht absolut ausgeführt; denn wenn ich auch eine sehr grosse Anzahl von verschiedenen horizontalen Querabschnitten aus allen Gebieten nicht nur eines und desselben, sondern verschiedener Menschen-Rückenmarke nach der bezeichneten Weise untersucht habe, so geschah dieses doch bei weitem nicht von allen Segmenten ausnahmslos, resp. aus allen verschiedenen Horizontalebenen eines und desselben Rückenmarks, resp. verschiedener Individuen. Wegen des anscheinend gleichartigen Baues nächstbenachbarter Schichten oder Horizontalebenen sehr vieler Rückenmarks-Gebiete wurden gar manche Querabschnitte, — deren Beschreibung nur in anscheinend indifferenten Punkten eine von den benachbarten Schichten abweichende, in den Hauptsachen aber und den meisten übrigen Beziehungen mit diesen übereinstimmend gewesen wäre, — übergangen, resp. deren genauere Beschreibung unterlassen. Für's Zweite würde die Beschreibung des Rückenmarks-Baues nach dem

angedeuteten Plane, — wenn ich sie ausführen wollte, was aber ohne zu grosse Schwierigkeiten meinerseits geschehen könnte, — eine so voluminöse werden, dass die Publication derselben wegen der beträchtlichen Kosten zur Unmöglichkeit würde [40]). Ich beschränke mich daher auf eine kürzere Darlegung der betreffenden Texturverhältnisse des Rückenmarks, so weit solche mit Hülfe des Mikroskops und schwacher Vergrösserungen ermittelt werden können. Auch hierbei werde ich nur das Wichtigste berühren.

A. Das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere.

Die hier zu gebende Darlegung findet der Leser am Schlusse dieser Schrift in der beschreibenden Erklärung der Abbildungen, p. IX bis XXIII, vom Menschen-Rückenmark, auf welche ich hier verweise; ich muss diese Beschreibung also als einen wesentlich hierher gehörigen Theil meiner Arbeit betrachten, den ich nur zur Vermeidung von Wiederholungen an die genannte Stelle versetzt habe [41]).

Die betreffenden Texturverhältnisse des Kalbs-Rückenmarks sind gleichfalls in der beschreibenden Erklärung der Abbildungen (pag. XXIII bis pag. XLI) mitgetheilt worden, auch (pag. I bis pag. VIII) von einem Theile aus der Lendenanschwellung des Ochsen-Rückenmarks. Was ich von dem Menschen-Rückenmark in Beziehung auf die Einreihung dieser Beschreibung gesagt habe, muss ich eben so von dem des Kalbs wiederholen.

Ich habe das Rückenmark von vielen anderen Säugethieren, ausser den genannten, untersucht; ich enthalte mich aber weiterer Mittheilungen, weil der Bau auch dieser Rückenmarke im Groben und Ganzen demjenigen des Kalbs etc. gleich ist, und weil ich das Volum dieser Schrift nicht noch vergrössern möchte. Nur einige Mittheilungen, welche bei der beschreibenden Erklärung der Abbildungen und auch an anderen Stellen dieser Schrift nicht Platz gefunden haben, will ich hier noch anfügen. Es sind dieses zuerst die Flächeninhalts-Verhältnisse des Rückenmarks bei verschiedenen Geschlechtern und in verschiedenen Lebensaltern.

a. Der Flächeninhalt des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen.

Im Laufe dieser Schrift ist der Flächeninhalt des Rückenmarks (wie seiner verschiedensten einzelnen Theile) eines 5jährigen Kindes auf den Grund planimetrischer Messungen mitgetheilt worden. Es bleibt mir hier übrig, die hauptsächlichsten Resultate meiner anderweiten Messungen aufzuführen. Ich bevorworte hierbei, dass die Maasse an den, auf das Genaueste die Segmente in Bezug auf Grösse und Form repräsentirenden, Abbildungen erlangt worden sind, und dass bei der Anwendung der Planimeter, wie bei der Anfertigung der Abbildungen, mit der grössten Vorsicht zu Werke gegangen wurde, um jede Täuschung — so weit das nur immer möglich ist — zu vermeiden.

[40]) Die meisten Leser würden vielleicht noch einen dritten Grund finden, welcher eine solche Darstellung ungeeignet erscheinen liesse, nemlich den, dass eine so in's Detail eingehende Darstellung unlesbar, gleichsam ungeniessbar würde, wegen der nothwendigen unermesslichen Wiederholungen und wegen des ungeheuren Umfangs der Darstellung. Ich gebe diesen Grund zu, als anwendbar auf solche Leser, die nur eine allgemeine Uebersicht über den Bau des Rückenmarks erlangen wollen, nicht aber auf künftige ernste Forscher.

[41]) Der Leser also, welcher eine genauere Beschreibung des menschlichen Rückenmarks-Baues, wie solcher sich auf horizontalen Querabschnitten in den verschiedenen Höhen dieses Organs erkennen lässt, zu erlangen sucht, hat daher nur die bezeichnete Stelle der Erklärung der Abbildungen zu lesen, oder sich hier eingeschaltet zu denken, um das Gesuchte zu finden, und zwar zugleich erläutert durch die Abbildungen, Taf. II, III, XXI, zum Theil aber auch in meiner Schrift über die Medulla oblongata (1843, Taf. II, III, IV), von den obersten Schichten des Rückenmarks an durch alle tieferen bis zum Filum terminale hin.

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

1. Bei einem 25jährigen Manne.

Höhe des Rückenmarks. **Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus**		**Bezeichnung des Flächeninhalts.** **Ablesung vom Planimeter** (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt			**Berechnung** in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt			Hinweis auf die **Abbildungen.**
		des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	
Cervicalis ...	I.	10,80	8,60	2,20	76,35	60,80	15,55	Taf. XXVIII. Fig. 1
„ ...	II.	12,20	10,10	2,10	86,25	71,40	14,85	„ - „ 2
„ ...	III.	11,90	10,10	1,80	84,13	71,40	12,73	„ - „ 3
„ ...	IV.	12,10	10,30	1,80	85,55	72,82	12,73	„ - „ 4
„ ...	V.	12,00	9,70	2,30	84,84	68,58	16,26	„ - „ 5
„ ...	VI.	12,95	10,50	2,45	91,55	74,23	17,32	„ - „ 6
„ ...	VII.	11,95	9,25	2,70	84,48	65,39	19,09	„ - „ 7
„ ...	VIII.	11,05	8,90	2,15	78,12	62,92	15,20	„ - „ 8
Dorsalis ...	I.	9,25	7,60	1,65	65,39	53,73	11,66	„ - „ 9
„ ...	II.	8,20	6,90	1,30	57,97	48,78	9,19	„ - „ 10
„ ...	III.	8,10	7,25	0,85	57,27	51,26	6,01	„ - „ 11
„ ...	IV.	8,15	7,10	1,05	57,62	50,20	7,42	„ - „ 12
„ ...	V.	7,65	6,75	0,90	54,08	47,72	6,36	„ - „ 13
„ ...	VI.	6,55	5,50	1,05	46,30	38,88	7,42	„ - „ 14
„ ...	VII.	6,75	5,75	1,00	47,72	40,65	7,07	„ - „ 15
„ ...	VIII.	6,70	5,95	0,75	47,37	42,07	5,30	„ - „ 16
„ ...	IX.	5,95	4,80	1,15	42,07	33,94	8,13	„ - „ 17
„ ...	X.	6,95	5,75	1,20	49,13	40,65	8,48	„ - „ 18
„ ...	XI.	6,50	5,60	0,90	45,95	39,59	6,36	„ - „ 19
„ ...	XII.	7,40	5,90	1,50	52,32	41,71	10,61	„ - „ 20
Lumbalis ...	I.	7,25	5,35	1,90	51,25	37,82	13,43	„ - „ 21
„ ...	II.	8,15	5,80	2,35	57,62	41,01	16,61	„ - „ 22
„ ...	III.	9,35	6,15	3,20	66,10	43,48	22,62	„ - „ 23
„ ...	IV.	8,85	5,70	3,15	62,57	40,30	22,27	„ - „ 24
„ ...	V.	8,85	5,55	3,30	62,57	39,24	23,33	„ - „ 25
Sacralis ...	I.	7,35	4,05	3,30	51,96	28,63	23,33	„ - „ 26
„ ...	II.	4,30	2,60	1,70	30,40	18,38	12,02	„ - „ 27
„ ...	III.	3,15	1,35	1,80	22,27	9,45	12,73	„ - „ 28
„ ...	IV.	1,65	0,60	1,05	11,66	4,24	7,42	„ - „ 29
„ ...	V.	1,35	0,70	0,65	9,54	4,94	4,60	„ - „ 30
Coccygeus		0,70	0,35	0,35	4,94	2,47	2,47	„ - „ 31

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

2. Bei einem 45jährigen Manne.

Höhe des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus		Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	Hinweis auf die Abbildungen.
Cervicalis . . .	I.	11,25	9,05	2,20	79,54	63,98	15,55	Taf. XXVIII. Fig. 1'
„ . . .	II.	11,30	10,00	1,30	79,89	70,70	9,19	„ - „ 2'
„ . . .	III.	12,25	9,85	2,40	86,61	69,64	16,97	„ - „ 3'
„ . . .	IV.	12,50	10,50	2,00	88,37	74,24	14,14	„ - „ 4'
„ . . .	V.	12,75	10,10	2,65	90,14	71,41	18,73	„ - „ 5'
„ . . .	VI.	13,40	10,35	3,05	94,74	73,17	21,56	„ - „ 6'
„ . . .	VII.	12,75	9,70	3,05	90,14	68,58	21,56	„ - „ 7'
„ . . .	VIII.	10,95	9,05	1,90	77,41	63,98	13,43	„ - „ 8'
Dorsalis . . .	I.	8,70	6,95	1,75	61,51	49,14	12,37	„ - „ 9'
„ . . .	II.	9,15	7,70	1,45	64,69	54,44	10,25	„ - „ 10'
„ . . .	III.	8,00	6,70	1,30	56,56	47,37	9,19	„ - „ 11'
„ . . .	IV.	7,65	6,75	0,90	54,08	47,72	6,36	„ - „ 12'
„ . . .	V.	8,05	6,85	1,20	56,91	48,43	8,48	„ - „ 13'
„ . . .	VI.	6,95	5,70	1,25	49,13	40,30	8,84	„ - „ 14'
„ . . .	VII.	7,15	6,05	1,10	50,55	42,77	7,78	„ - „ 15'
„ . . .	VIII.	6,15	5,05	1,10	43,48	35,70	7,78	„ - „ 16'
„ . . .	IX.	6,25	5,25	1,00	44,19	37,12	7,07	„ - „ 17'
„ . . .	X.	6,55	5,35	1,20	46,31	37,82	8,48	„ - „ 18'
„ . . .	XI.	7,20	5,75	1,45	50,90	40,65	10,25	„ - „ 19'
„ . . .	XII.	7,35	6,00	1,35	51,96	42,42	9,54	„ - „ 20'
Lumbalis . . .	I.	8,70	6,35	2,35	61,51	44,89	16,61	„ - „ 21'
„ . . .	II.	9,30	6,85	2,45	65,75	48,43	17,32	„ - „ 22'
„ . . .	III.	9,90	6,20	3,70	69,99	43,83	26,16	„ - „ 23'
„ . . .	IV.	9,40	5,25	4,15	66,46	37,12	29,34	„ - „ 24'
„ . . .	V.	9,30	5,20	4,10	65,75	36,76	28,99	„ - „ 25'
Sacralis . . .	I.	8,00	3,95	4,05	56,56	27,93	28,63	„ - „ 26'
„ . . .	II.	4,15	1,75	2,40	29,34	12,37	16,97	„ - „ 27'
„ . . .	III.	3,15	1,70	1,45	22,27	12,02	10,25	„ - „ 28'
„ . . .	IV.	1,75	0,75	1,00	12,37	5,30	7,07	„ - „ 29'
„ . . .	V.	1,55	0,65	0,90	10,96	4,60	6,36	„ - „ 30'
Coccygeus		1,05	0,40	0,65	7,42	2,82	4,60	„ - „ 31'

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

3. Bei einer 25jährigen Frau.

Höhe des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus	Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	Hinweis auf die Abbildungen.
Cervicalis . . . I.	12,15	9,45	2,70	85,90	66,81	19,09	Taf. XXVIII. Fig. 1″
„ . . . II.	12,05	9,75	2,30	85,19	68,93	16,26	„ - „ 2″
„ . . . III.	12,55	10,65	1,90	88,73	75,29	13,43	„ - „ 3″
„ . . . IV.	14,00	11,00	3,00	98,98	77,78	21,21	„ - „ 4″
„ . . . V.	15,55	12,20	3,35	109,94	86,25	23,68	„ - „ 5″
„ . . . VI.	15,60	12,70	2,90	110,29	89,79	20,50	„ - „ 6″
„ . . . VII.	14,15	11,40	2,75	100,04	80,60	19,44	„ - „ 7″
„ . . . VIII.	12,90	10,65	2,25	91,20	75,29	15,91	„ - „ 8″
Dorsalis . . . I.	10,05	8,95	1,10	71,05	63,27	7,78	„ - „ 9″
„ . . . II.	10,00	8,65	1,35	70,70	61,15	9,54	„ - „ 10″
„ . . . III.	9,40	8,35	1,05	66,46	59,03	7,42	„ - „ 11″
„ . . . IV.	9,95	8,95	1,00	70,35	63,27	7,07	„ - „ 12″
„ . . . V.	9,30	8,00	1,30	65,75	56,56	9,19	„ - „ 13″
„ . . . VI.	8,15	6,95	1,20	57,62	49,14	8,48	„ - „ 14″
„ . . . VII.	8,50	7,40	1,10	60,10	52,32	7,78	„ - „ 15″
„ . . . VIII.	8,35	7,35	1,00	59,03	51,96	7,07	„ - „ 16″
„ . . . IX.	7,90	6,85	1,05	55,85	48,43	7,42	„ - „ 17″
„ . . . X.	8,30	7,05	1,25	58,68	49,84	8,84	„ - „ 18″
„ . . . XI.	8,80	7,05	1,75	62,22	49,84	12,37	„ - „ 19″
„ . . . XII.	8,95	7,15	1,80	63,27	50,55	12,73	„ - „ 20″
Lumbalis . . . I.	9,95	7,90	2,05	70,34	55,85	14,49	„ - „ 21″
„ . . . II.	10,35	7,70	2,65	73,17	54,44	18,73	„ - „ 22″
„ . . . III.	12,10	8,35	3,75	85,55	59,03	26,51	„ - „ 23″
„ . . . IV.	11,50	8,00	3,50	81,31	56,56	24,75	„ - „ 24″
„ . . . V.	11,20	7,70	3,50	79,18	54,44	24,75	„ - „ 25″
Sacralis . . . I.	9,65	5,90	3,75	68,22	41,71	26,51	„ - „ 26″
„ . . . II.	6,15	3,25	2,90	43,48	22,97	20,50	„ - „ 27″
„ . . . III.	3,85	1,85	2,00	27,22	13,07	14,14	„ - „ 28″
„ . . . IV.	2,50	1,45	1,05	17,68	10,25	7,42	„ - „ 29″
„ . . . V.	1,45	0,55	0,90	10,25	3,89	6,36	„ - „ 30″
Coccygeus	0,55	0,20	0,35	3,89	1,41	2,47	„ - „ 31″

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

4. Bei einer 35jährigen Frau.

Höhe des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus	Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt			Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt			Hinweis auf die Abbildungen.
	des Rückenm.	der weissen Substanz.	der grauen Substanz.	des Rückenm.	der weissen Substanz.	der grauen Substanz.	
	□Rth.	□Rth.	□Rth.	□Mm.	□Mm.	□Mm.	
Cervicalis . . . I.	11,00	8,00	3,00	77,77	56,56	21,21	Taf. XXVIII. Fig. 1'''
„ . . . II.	11,45	8,95	2,50	80,95	63,27	17,68	„ - „ 2'''
„ . . . III.	12,25	10,35	1,90	86,60	73,17	13,43	„ - „ 3'''
„ . . . IV.	13,15	10,60	2,55	92,97	74,94	18,03	„ - „ 4'''
„ . . . V.	12,70	9,85	2,85	89,79	69,64	20,15	„ - „ 5'''
„ . . . VI.	14,35	11,25	3,10	101,45	79,54	21,91	„ - „ 6'''
„ . . . VII.	13,35	10,30	3,05	94,38	72,82	21,56	„ - „ 7'''
„ . . . VIII.	11,10	8,35	2,75	78,48	59,04	19,44	„ - „ 8'''
Dorsalis . . . I.	9,00	6,90	2,10	63,63	48,78	14,85	„ - „ 9'''
„ . . . II.	8,10	7,10	1,00	57,27	50,20	7,07	„ - „ 10'''
„ . . . III.	8,15	7,25	0,90	57,62	51,26	6,36	„ - „ 11'''
„ . . . IV.	7,70	6,75	0,95	54,44	47,72	6,72	„ - „ 12'''
„ . . . V.	8,30	6,75	1,55	58,68	47,72	10,96	„ - „ 13'''
„ . . . VI.	8,90	7,85	1,05	62,92	55,50	7,42	„ - „ 14'''
„ . . . VII.	8,30	7,65	0,65	58,68	54,08	4,60	„ - „ 15'''
„ . . . VIII.	7,70	7,20	0,50	54,44	50,90	3,54	„ - „ 16'''
„ . . . IX.	7,10	6,15	0,95	50,20	43,48	6,72	„ - „ 17'''
„ . . . X.	7,35	6,35	1,00	51,96	44,89	7,07	„ - „ 18'''
„ . . . XI.	7,25	6,30	0,95	51,26	44,54	6,72	„ - „ 19'''
„ . . . XII.	7,05	5,95	1,10	49,84	42,06	7,78	„ - „ 20'''
Lumbalis . . . I.	6,65	5,30	1,35	47,01	37,47	9,54	„ - „ 21'''
„ . . . II.	7,95	6,30	1,65	56,21	44,54	11,67	„ - „ 22'''
„ . . . III.	7,75	5,05	2,70	54,79	35,70	19,09	„ - „ 23'''
„ . . . IV.	8,65	5,60	3,05	61,15	39,59	21,56	„ - „ 24'''
„ . . . V.	9,30	6,05	3,25	65,75	42,77	22,98	„ - „ 25'''
Sacralis . . . I.	7,15	4,40	2,75	50,55	31,11	19,44	„ - „ 26'''
„ . . . II.	6,25	3,40	2,85	44,19	24,04	20,15	„ - „ 27'''
„ . . . III.	3,70	2,05	1,65	26,16	14,49	11,67	„ - „ 28'''
„ . . . IV.	3,25	1,90	1,35	22,97	13,43	9,54	„ - „ 29'''
„ . . . V.	1,95	0,80	1,15	13,78	5,65	8,13	„ - „ 30'''
Coccygeus	0,85	0,40	0,45	6,01	2,83	3,18	„ - „ 31'''

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

5. Bei einem einjährigen Kinde.

Höhe des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus	Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	Hinweis auf die Abbildungen.
Cervicalis . . . I.	5,45	4,45	1,00	38,53	31,46	7,07	Taf. XXVIII. Fig. 1†
Cervicalis . . . II.	4,75	4,10	0,65	33,58	28,98	4,60	Taf. XXVIII. Fig. 2†
Cervicalis . . . III.	3,85	3,20	0,65	27,22	22,62	4,60	Taf. XXVIII. Fig. 3†
Cervicalis . . . IV.	9,35	6,80	2,55	66,10	48,08	18,03	Taf. XXVIII. Fig. 4†
Cervicalis . . . V.	9,45	6,45	3,00	66,81	45,60	21,21	Taf. XXVIII. Fig. 5†
Cervicalis . . . VI.	9,50	6,55	2,95	67,17	46,31	20,86	Taf. XXVIII. Fig. 6†
Cervicalis . . . VII.	9,25	6,70	2,55	65,40	47,37	18,03	Taf. XXVIII. Fig. 7†
Cervicalis . . . VIII.	7,95	5,55	2,40	56,21	39,24	16,97	Taf. XXVIII. Fig. 8†
Dorsalis . . . I.	5,20	4,35	0,85	36,76	30,75	6,01	Taf. XXVIII. Fig. 9†
Dorsalis . . . II.	4,70	3,75	0,95	33,23	26,51	6,72	Taf. XXVIII. Fig. 10†
Dorsalis . . . III.	3,65	2,95	0,70	25,80	20,85	4,95	Taf. XXVIII. Fig. 11†
Dorsalis . . . IV.	3,80	3,05	0,75	26,87	21,56	5,30	Taf. XXVIII. Fig. 12†
Dorsalis . . . V.	4,00	3,25	0,75	28,28	22,98	5,30	Taf. XXVIII. Fig. 13†
Dorsalis . . . VI.	3,70	3,05	0,65	26,16	21,56	4,60	Taf. XXVIII. Fig. 14†
Dorsalis . . . VII.	3,55	2,75	0,80	25,10	19,44	5,66	Taf. XXVIII. Fig. 15†
Dorsalis . . . VIII.	3,80	2,95	0,85	26,87	20,86	6,01	Taf. XXVIII. Fig. 16†
Dorsalis . . . IX.	3,65	2,85	0,80	25,81	20,15	5,66	Taf. XXVIII. Fig. 17†
Dorsalis . . . X.	4,05	3,35	0,70	28,63	23,68	4,95	Taf. XXVIII. Fig. 18†
Dorsalis . . . XI.	4,25	3,35	0,90	30,05	23,68	6,36	Taf. XXVIII. Fig. 19†
Dorsalis . . . XII.	4,25	3,20	1,05	30,05	22,62	7,42	Taf. XXVIII. Fig. 20†
Lumbalis . . . I.	4,30	3,25	1,05	30,40	22,98	7,42	Taf. XXVIII. Fig. 21†
Lumbalis . . . II.	4,75	3,20	1,55	33,58	22,62	10,96	Taf. XXVIII. Fig. 22†
Lumbalis . . . III.	5,35	3,25	2,10	37,82	22,98	14,85	Taf. XXVIII. Fig. 23†
Lumbalis . . . IV.	5,45	3,30	2,15	38,53	23,33	15,20	Taf. XXVIII. Fig. 24†
Lumbalis . . . V.	5,35	2,85	2,50	37,82	20,15	17,68	Taf. XXVIII. Fig. 25†
Sacralis . . . I.	5,45	3,20	2,25	38,53	22,62	15,91	Taf. XXVIII. Fig. 26†
Sacralis . . . II.	5,55	2,95	2,60	39,24	20,85	18,38	Taf. XXVIII. Fig. 27†
Sacralis . . . III.	3,65	1,50	2,15	25,80	10,61	15,20	Taf. XXVIII. Fig. 28†
Sacralis . . . IV.	2,80	1,50	1,30	19,80	10,61	9,19	Taf. XXVIII. Fig. 29†
Sacralis . . . V.	1,20	0,55	0,65	8,48	3,89	4,60	Taf. XXVIII. Fig. 30†
Coccygeus	0,55	0,15	0,40	3,89	1,06	2,83	Taf. XXVIII. Fig. 31†

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen
auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

6. Bei einem zweijährigen Kinde.

Höhe des Rückenmarks. **Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus**	***Bezeichnung des Flächeninhalts.*** **Ablesung vom Planimeter** (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt: des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	**Berechnung** in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt: des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	Hinweis auf die **Abbildungen.**
Cervicalis . . . I.	5,40	4,35	1,05	38,17	30,75	7,42	Taf. XXVIII. Fig. 1[††]
„ . . . II.	4,90	4,25	0,65	34,64	30,04	4,60	„ - „ 2[††]
„ . . . III.	3,95	3,30	0,65	27,93	23,33	4,60	„ - „ 3[††]
„ . . . IV.	8,15	5,85	2,30	57,62	41,36	16,26	„ - „ 4[††]
„ . . . V.	8,15	5,85	2,30	57,62	41,36	16,26	„ - „ 5[††]
„ . . . VI.	8,20	5,25	2,95	57,97	37,12	20,85	„ - „ 6[††]
„ . . . VII.	8,20	6,20	2,00	57,97	43,83	14,14	„ - „ 7[††]
„ . . . VIII.	8,35	6,60	1,75	59,03	46,66	12,37	„ - „ 8[††]
Dorsalis . . . I.	5,15	4,25	0,90	36,40	30,04	6,36	„ - „ 9[††]
„ . . . II.	4,85	3,75	1,10	34,29	26,51	7,78	„ - „ 10[††]
„ . . . III.	5,00	4,10	0,90	35,35	28,99	6,36	„ - „ 11[††]
„ . . . IV.	4,40	3,70	0,70	31,11	26,16	4,95	„ - „ 12[††]
„ . . . V.	3,75	2,90	0,85	26,51	20,50	6,01	„ - „ 13[††]
„ . . . VI.	4,15	3,25	0,90	29,34	22,98	6,36	„ - „ 14[††]
„ . . . VII.	4,15	3,40	0,75	29,34	24,04	5,30	„ - „ 15[††]
„ . . . VIII.	3,65	2,90	0,75	25,80	20,50	5,30	„ - „ 16[††]
„ . . . IX.	4,05	2,95	1,10	28,63	20,85	7,78	„ - „ 17[††]
„ . . . X.	3,40	2,40	1,00	24,04	16,97	7,07	„ - „ 18[††]
„ . . . XI.	4,30	3,30	1,00	30,40	23,33	7,07	„ - „ 19[††]
„ . . . XII.	3,95	2,95	1,00	27,92	20,85	7,07	„ - „ 20[††]
Lumbalis . . . I.	4,65	3,30	1,35	32,87	23,33	9,54	„ - „ 21[††]
„ . . . II.	4,75	3,35	1,40	33,58	23,68	9,90	„ - „ 22[††]
„ . . . III.	5,05	2,70	2,35	35,70	19,09	16,61	„ - „ 23[††]
„ . . . IV.	5,45	3,20	2,25	38,53	22,62	15,91	„ - „ 24[††]
„ . . . V.	5,60	2,80	2,80	39,59	19,80	19,80	„ - „ 25[††]
Sacralis . . . I.	6,00	2,95	3,05	42,42	20,86	21,56	„ - „ 26[††]
„ . . . II.	5,15	1,95	3,20	36,41	13,79	22,62	„ - „ 27[††]
„ . . . III.	3,40	1,50	1,90	24,04	10,61	13,43	„ - „ 28[††]
„ . . . IV.	2,05	0,80	1,25	14,49	5,66	8,84	„ - „ 29[††]
„ . . . V.	1,20	0,65	0,55	8,48	4,59	3,89	„ - „ 30[††]
Coccygeus	0,60	0,25	0,35	4,24	1,77	2,47	„ - „ 31[††]

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

7. Bei einem 14 Tage alten Kalbe.

Höhe des Rückenmarks. Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus	Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt des Rückenm. □Rth.	der weissen Substanz. □Rth.	der grauen Substanz. □Rth.	Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt des Rückenm. □Mm.	der weissen Substanz. □Mm.	der grauen Substanz. □Mm.	Hinweis auf die Abbildungen.
Cervicalis . . . I.	13,45	10,70	2,75	95,09	75,65	19,44	Taf. XXVIII. Fig. 1*
„ . . . II.	11,35	9,05	2,30	80,24	63,98	16,26	„ - „ 2*
„ . . . III.	12,45	10,70	1,75	88,02	75,65	12,37	„ - „ 3*
„ . . . IV.	12,35	10,45	1,90	87,31	73,88	13,43	„ - „ 4*
„ . . . V.	14,30	11,60	2,70	101,10	82,01	19,09	„ - „ 5*
„ . . . VI.	15,40	12,30	3,10	108,88	86,96	21,92	„ - „ 6*
„ . . . VII.	18,55	14,70	3,85	131,15	103,93	27,22	„ - „ 7*
„ . . . VIII.	17,25	13,60	3,65	121,95	96,15	25,80	„ - „ 8*
Dorsalis . . . I.	12,65	10,75	1,90	89,43	76,00	13,43	„ - „ 9*
„ . . . II.	10,55	9,00	1,55	74,59	63,63	10,96	„ - „ 10*
„ . . . III.	12,05	10,25	1,80	85,19	72,46	12,73	„ - „ 11*
„ . . . IV.	11,50	9,70	1,80	81,31	68,58	12,73	„ - „ 12*
„ . . . V.	11,30	9,65	1,65	79,89	68,22	11,66	„ - „ 13*
„ . . . VI.	10,00	8,70	1,30	70,70	61,51	9,19	„ - „ 14*
„ . . . VII.	9,65	8,55	1,10	68,22	60,44	7,78	„ - „ 15*
„ . . . VIII.	10,00	8,85	1,15	70,70	62,57	8,13	„ - „ 16*
„ . . . IX.	11,15	10,10	1,05	78,83	71,41	7,42	„ - „ 17*
„ . . . X.	10,00	8,75	1,25	70,70	61,87	8,83	„ - „ 18*
„ . . . XI.	10,10	8,80	1,30	71,41	62,22	9,19	„ - „ 19*
„ . . . XII.	9,35	8,35	1,00	66,10	59,03	7,07	„ - „ 20*
„ . . . XIII.	10,65	9,30	1,35	75.29	65,75	9,54	„ - „ 21*
Lumbalis . . . I.	11,10	9,55	1,55	78,48	67,52	10,96	„ - „ 22*
„ . . . II.	12,05	9,60	2,45	85,19	67,87	17,32	„ - „ 23*
„ . . . III.	12,60	10,10	2,50	89,08	71,41	17,68	„ - „ 24*
„ . . . IV.	15,70	12,50	3,20	111,00	88,38	22,62	„ - „ 25*
„ . . . V.	16,45	12,70	3,75	116,30	89,79	26,50	„ - „ 26*
„ . . . VI.	17,60	10,95	6,65	124,43	77,42	47,01	„ - „ 27*
Sacralis . . . I.	13,80	8,80	5,00	97,57	62,22	35,35	„ - „ 28*
„ . . . II.	5,90	3,95	1,95	41,71	27,92	13,79	„ - „ 29*
„ . . . III.	3,55	1,35	2,20	25,10	9,54	15,55	„ - „ 30*
„ . . . IV.	3,05	1,70	1,35	21,55	12,01	9,54	„ - „ 31*
„ . . . V.	2,05	0,95	1,10	14,42	6,71	7,78	„ - „ 32*
„ . . . VI.	1,75	0,70	1,05	12,37	4,95	7,42	„ - „ 33*
Coccygeus . . . I.	0,85	0,20	0,65	6,01	1,41	4,60	„ - „ 34*
„ . . . II.	0,50	0,15	0,35	3,54	1,06	2,47	„ - „ 35*

Uebersicht des Flächeninhalts des Rückenmarks und seiner verschiedenen Substanzen auf horizontalen Querabschnitten, in den verschiedenen Höhen desselben.

8. Bei einem Ochsen.

Höhe des Rückenmarks. **Ursprungsgebiet der untersten Wurzel-Fibrillen des Nervus**		Bezeichnung des Flächeninhalts. Ablesung vom Planimeter (hessische Quadrat-Ruthen, 1500 : 1 der nat. Grösse). Flächeninhalt			Berechnung in Quadrat-Millimètres. Flächeninhalt			Hinweis auf die **Abbildungen.**
		des Rückenm.	der weissen Substanz.	der grauen Substanz.	des Rückenm.	der weissen Substanz.	der grauen Substanz.	
		□Rth.	□Rth.	□Rth.	□Mm.	□Mm.	□Mm.	
Cervicalis . . .	I.	23,00	20,85	2,15	162,61	147,41	15,20	Taf. XXVIII. Fig. 1⁰
„ . . .	II.	22,20	19,80	2,40	156,95	139,99	16,97	„ - „ 2⁰
„ . . .	III.	22,65	20,25	2,40	160,14	143,17	16,97	„ - „ 3⁰
„ . . .	IV.	27,00	23,25	3,75	190,89	164,39	26,51	„ - „ 4⁰
„ . . .	V.	26,70	21,15	5,55	188,77	149,53	39,24	„ - „ 5⁰
„ . . .	VI.	26,45	21,85	4,60	187,00	154,48	32,52	„ - „ 6⁰
„ . . .	VII.	32,00	26,55	5,45	226,24	187,71	38,53	„ - „ 7⁰
„ . . .	VIII.	26,75	22,25	4,50	189,12	157,31	31,82	„ - „ 8⁰
Dorsalis . . .	I.	22,05	19,05	3,00	155,89	134,68	21,21	„ - „ 9⁰
„ . . .	II.	19,30	16,95	2,35	136,45	119,84	16,61	„ - „ 10⁰
„ . . .	III.	20,00	17,55	2,45	141,40	124,08	17,32	„ - „ 11⁰
„ . . .	IV.	19,70	17,20	2,50	139,28	121,60	17,68	„ - „ 12⁰
„ . . .	V.	16,05	14,15	1,90	113,47	100,04	13,43	„ - „ 13⁰
„ . . .	VI.	16,05	14,00	2,05	113,47	98,98	14,49	„ - „ 14⁰
„ . . .	VII.	14,00	12,35	1,65	98,98	87,31	11,66	„ - „ 15⁰
„ . . .	VIII.	16,75	14,95	1,80	118,42	105,70	12,73	„ - „ 16⁰
„ . . .	IX.	16,00	13,95	2,05	113,12	98,62	14,49	„ - „ 17⁰
„ . . .	X.	17,25	14,95	2,30	121,96	105,70	16,26	„ - „ 18⁰
„ . . .	XI.	17,40	15,55	1,85	123,02	109,93	13,08	„ - „ 19⁰
„ . . .	XII.	20,70	18,40	2,30	146,35	130,09	16,26	„ - „ 20⁰
„ . . .	XIII.	19,90	17,45	2,45	140,69	123,37	17,32	„ - „ 21⁰
Lumbalis . . .	I.	21,10	18,35	2,75	149,18	129,74	19,44	„ - „ 22⁰
„ . . .	II.	19,25	16,60	2,65	136,10	117,36	18,74	„ - „ 23⁰
„ . . .	III.	18,70	15,50	3,20	132,21	109,59	22,62	„ - „ 24⁰
„ . . .	IV.	22,55	19,10	3,45	159,43	135,04	24,39	„ - „ 25⁰
„ . . .	V.	25,10	20,05	5,05	177,46	141,75	35,70	„ - „ 26⁰
„ . . .	VI.	25,00	19,25	5,75	176,75	136,09	40,65	„ - „ 27⁰
Sacralis . . .	I.	15,65	10,65	5,00	110,65	75,29	35,35	„ - „ 28⁰
„ . . .	II.	9,45	7,35	2,10	66,81	51,96	14,85	„ - „ 29⁰
„ . . .	III.	7,25	5,20	2,05	51,25	36,76	14,49	„ - „ 30⁰
„ . . .	IV.	4,75	2,70	2,05	33,58	19,09	14,49	„ - „ 31⁰
„ . . .	V.	3,80	2,35	1,45	26,87	16,61	10,25	„ - „ 32⁰
„ . . .	VI.	2,45	1,65	0,80	17,32	11,67	5,66	„ - „ 33⁰
Coccygeus . . .	I.	0,65	0,30	0,35	4,60	2,12	2,48	„ - „ 34⁰
„ . . .	II.	0,25	0,25	0,00	1,77	1,77	0,00	„ - „ 35⁰

Ich gebe die vorstehenden tabellarischen Uebersichten, ohne dieselben im Einzelnen genauer zu besprechen. Die Resultate stimmen im Ganzen mit den oben (im 2. Buche des 1. Theils) aufgeführten überein.

Nun hätte ich — ausser dem bei den vergrösserten Abbildungen bereits Gesagten — noch in Bezug auf die Verschiedenheiten der Formverhältnisse in den verschiedenen Substanzen und Theilen des Säugethier-Rückenmarks in den verschiedenen Höhen desselben einige Mittheilungen anzufügen, so weit solche schon bei der Betrachtung mit dem unbewaffneten Auge oder der Lupe sich ergeben. Alle diese Bemerkungen findet der Leser in der beschreibenden Erklärung der betreffenden Abbildungen der Querdurchschnittsflächen des Rückenmarks in natürlicher Grösse (Taf. XXVIII), und mag daher solche als hier eingeschaltet betrachten.

Endlich muss ich mich genauer, als dieses an anderen Stellen dieses Schrift geschehen ist, über den Endfaden des Rückenmarks, resp. den Uebergangstheil des Conus medullaris in das Filum terminale, bei Menschen und bei Säugethieren, aussprechen.

b. Das Filum terminale des Menschen- (und Säugethier-) Rückenmarks.

Dass hier eine genauere Betrachtung des untersten Rückenmarksgebiets, aus welchem der Nervus coccygeus seinen Ursprung nimmt, unerlässlich ist, versteht sich von selbst.

Der Nervus coccygeus hat beiderseits eine hintere und eine vordere Wurzel. Die hintere Wurzel entspringt am unteren Ende des Conus medullaris mit mehreren kleinen Fibrillen, die sich aber gleich nach dem Austritt aus dem Rückenmark zu einem Stämmchen vereinigen; selten sieht man ein dickeres und ein dünneres Stämmchen in längerer Strecke von einander deutlich separirt. Die Ursprungsstelle der hinteren Wurzel des Nervus coccygeus ist bei dem erwachsenen Menschen 7—8 Millimètres oberhalb des Endes des Conus medullaris, oder oberhalb der Stelle, wo die grösste Verschmälerung des Conus medullaris stattfindet, resp. wo das Filum terminale beginnt. An der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln des Nervus coccygeus ist noch deutlich der Conus medullaris vorhanden, und 4 Millimètres dick; unterhalb der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln des Coccygeus sind also noch alle Elemente des Rückenmarks vorhanden, weisse und graue Substanz, wie ein Querabschnitt zeigt (s. unten). Die hintere Wurzel ist $^1/_2$ Millimètre dick, viel dicker als die vordere Wurzel (etwa um das Dreifache). Nach ihrem Austritt aus dem Conus verläuft diese hintere Wurzel in den untersten Theil des trichterförmigen Sacks der Dura mater, und inserirt sich in diesem dicht neben der Insertionsstelle des Fili terminalis. Diese Wurzel ist zwar mit dem Filum terminale, längs ihres ganzen Verlaufs, durch die Arachnoidea und subarachnoideales Zellgewebe verbunden, doch nie so eng wie die vordere Wurzel, und lässt sich leicht vom Filum terminale trennen.

Die vordere Wurzel des Nervus coccygeus entspringt mit mehreren Wurzelbündeln, meist zweien, aus der vorderen Fläche des unteren Endes des Conus. Das oberste Wurzelbündelchen entspringt in fast gleicher Höhe oder Horizontalebene mit den hinteren Wurzeln; das unterste Wurzelbündel entspringt einige (3—4) Millimètres tiefer; es kommt aber keineswegs aus dem untersten Ende des Conus medullaris heraus, sondern noch immer 3—4 Millimètres oberhalb des untersten Endes desselben, oder oberhalb des Anfangs des Fili terminalis; und an der Ursprungsstelle dieses Bündels zeigt der Conus medullaris noch immer eine Dicke von $2^1/_2$—3 Millimètres. Die beiden vorderen Wurzelbündel je einer Seite vereinigen sich entweder zu einem einzigen Stämmchen bald nach ihrem Austritt aus dem Conus, oder sie verlaufen getrennt längs der ganzen Strecke von ihrem Ursprung bis zu ihrer Insertion in die Dura mater. Meistens begleitet die vordere Wurzel, als einfaches Stämmchen, das

Filum terminale in seinem ganzen Lauf, und ist mit dem Filum terminale durch Zellgewebe eng verbunden. Häufig sieht man auch die beiden vorderen Wurzeln des Nervus coccygeus deutlich gesondert vom Filum terminale, nur beiderseits neben demselben herlaufend, und solches begleitend. Nicht selten geht nur die vordere Wurzel der einen Seite dicht neben dem Filum terminale herab, fester oder lockerer mit ihm verbunden, und die vordere Wurzel der andern Seite legt sich dicht an die hintere Wurzel der entsprechenden Seite, mit dieser eng verbunden abwärts laufend. Nächst dem unteren Ende des Filum terminale findet man aber meist die vorderen Wurzeln des Coccygeus fester mit dem Filum terminale verbunden. Hintere und vordere Wurzeln des Coccygeus beider Seiten treten endlich, vereinigt mit dem Filum terminale, in den untersten Punkt des Dura-mater-Sacks ein, und sind hier ohne weitere Präparation nicht von einander zu trennen [42]).

Durch das Vorausgehende ist die Frage entschieden bejaht, dass unter der Abgangsstelle der Wurzeln des Nervus coccygeus noch weisse (wie graue) Substanz in dem Endtheil des Conus medullaris enthalten ist. Dass aber auch noch in der oberen Hälfte des Filum terminale weisse Substanz, d. h. genuine Nervenprimitivfasern enthalten sind, welche in dem Endfaden bis nahe zu dessen Mitte, wenigstens innerhalb des obersten Dritttheils desselben verlaufen, unterliegt — nach dem Ergebnisse meiner Untersuchungen — keinem Zweifel, wie ich alsbald genauer nachzuweisen gedenke. Die Anwesenheit genuiner Nervenzellen in der oberen Hälfte des Filum terminale nachzuweisen ist schon schwieriger. Dass solche aber ganz vereinzelt, und von sehr kleinen Dimensionen, darin vorhanden sind, scheint mir sicher. Wie die letzten Nervenprimitivfasern im Filum terminale enden, ist mir bis jetzt noch nicht klar geworden. Dass aber e i n z e l n e Nervenprimitivfasern bis zum untersten Ende des Filum terminale des Menschen verlaufen, ist mir schon deshalb wahrscheinlich, weil eine auffallend grosse Arterie, nebst einigen kleineren Blutgefässen, welche bei'm Menschen das untere Ende des Filum terminale der Hauptmasse nach constituiren (s. u.), nach Allem, was wir über Blutgefässe und deren organische Muskelfasern etc. wissen, nicht füglich ohne eine Nervenprimitivfaser gedacht werden kann.

Da ich in der hierher gehörigen beschreibenden Erklärung der Abbildungen (zu Fig. 21—32 der Taf. II), pag. XX—XXIII, nur das Filum terminale vom Rückenmark eines 5jährigen Kindes betrachtet habe, so will ich im Folgenden eine Beschreibung des Filum terminale von Individuen aus verschiedenen Lebensaltern geben.

D a s F i l u m t e r m i n a l e e i n e s 4 5 j ä h r i g e n M a n n e s, 16 Centimètres lang [43]), an den meisten Stellen nur 1 Mm. dick, an einigen Stellen aber spindelförmig angeschwollen, insbesondere nahe unter seiner Mitte, in der Länge von 2 Zoll, und hier fast $1^1/_2$ Mm. dick, bot bei genauerer Untersuchung, und bei der Zerlegung Schicht für Schicht in horizontale Querabschnitte, folgendes

[42]) Zur genaueren Erkenntniss des Verhaltens der Wurzeln des Nervus coccygeus ist eine sorgfältige Präparation nöthig. Man schneidet den Conus medullaris sammt Cauda equina sorgfältig vom Rückenmark ab, und lässt den Dura-mater-Sack, welcher die Cauda equina umschliesst, anhängen. Ich setze voraus, dass man ein in Chromsäure gut gehärtetes Rückenmark vor sich hat. Jedoch kann die Untersuchung auch an einem frischen geschehen; nur ist sie schwieriger, weil die feinen Nervenfädchen weniger gut, ohne zu zerreissen, manipulirt werden können. Man legt nun den Conus medullaris sammt anhängenden Nerven etc. in ein grosses flaches Gefäss, dessen Boden mit weissem Wachs ausgegossen ist, und giesst eine hinreichende Menge Wasser, oder ganz verdünnte Chromsäure hinein. Mittelst Pinzetten und Nadeln kann man nun unter der Flüssigkeit — nachdem ausser dem Nervus coccygeus alle übrigen Nerven des Conus medullaris weggeschnitten sind, die 4 Wurzeln des Nervus coccygeus und das Filum terminale gehörig sondern, passend mit Nadeln auseinanderstecken, und so das Verhalten dieser Theile bald erkennen.

[43]) Die Länge des Filum terminale wird am sichersten in der Art bestimmt, dass man solches von der Austrittsstelle der untersten Wurzelfibrille für den Nervus coccygeus an bis zu dessen Insertion in dem untersten Theile des Dura-mater-Sacks direct misst. Eine andere, sicherere Grenzbestimmung dürfte sich wohl schwerlich darbieten. Hierbei ist nämlich zu bemerken, dass die untersten Gebiete des Conus medullaris und die obersten des Filum terminale nichts weniger als scharf von einander gesondert sind, und eine Grenzbestimmung zwischen beiden nur eine ganz willkürliche ist.

Verhalten dar: Die Arteria spinalis anterior hatte unmittelbar unter der Abgangsstelle des untersten Wurzelfädchens für den Nervus coccygeus $^1/_6{}'''$ Durchmesser; ein kleineres zweites, dicht neben ihr befindliches, Blutgefäss war nur $^1/_3$ so gross; eben so gross erschien ein drittes Blutgefäss neben dem zweiten ($^1/_{18}{}'''$); die beiden letzteren scheinen mir als Venae medianae anteriores angesprochen werden zu müssen [44]). Alle diese Gefässe waren mit Blut dicht erfüllt, dessen einzelne Zellen deutlich gesehen werden konnten.

In dem Fortsatz der Pia mater, welcher sich in die Fissura long. poster. einsenkte, an der hinteren Oberfläche des Filum (resp. Conus medullaris), waren gleichfalls die Querdurchschnitte zweier grösserer Blutgefässe sichtbar, deren eines ($^{15}/_{300}$) $^1/_{20}{}'''$, das andere ($^{12}/_{300}$) etwa $^1/_{25} - ^1/_{30}{}'''$ im Querdurchmesser maass; ausserdem waren noch einige kleinere Blutgefässe hier sichtbar, die aber nur von $^1/_{60}{}'''$ oder von kleineren Dimensionen waren. Der Conus medullaris hatte hier 2 Mm. Dicke, und zwar an einer Stelle, die 4 Mm. unter dem Abgangspunkt der untersten Nervenwurzel für den Nervus coccygeus befindlich war. Graue und weisse Substanz, Centralcanal etc. verhielten sich alle wie in höheren Gebieten des Rückenmarks und waren übrigens sehr deutlich; nur erschienen jene in geringeren Dimensionen, während der Centralcanal auffallend grösser war. Auch an anderen Stellen der Pia mater, an der Oberfläche des Conus medullaris, sieht man den beschriebenen ähnliche kleine Blutgefässe in verschiedener Zahl.

Vier bis fünf Millimètres unter der Abgangsstelle der letzten Coccygeal-Nervenwurzelfibrille gewahrt man, an der Stelle der hinteren Längsspalte, eine seichte Furche, 8—9 Mm. lang abwärts sich erstreckend, eine Art Nachahmung eines Sinus rhomboidalis, doch nur sehr schwach. Macht man durch diesen Theil des Conus, resp. des Filum terminale, einen horizontalen Querabschnitt, so sieht man Folgendes: Der Centralcanal ist ($^{27}/_{300}{}'''$) fast $^1/_{10}{}'''$ lang, und $^1/_{60}{}''' - ^1/_{50}{}'''$ an der breitesten Stelle breit, und ist so bedeutend nach hinten gerückt, dass er nur um $^1/_{10}{}'''$ von der hinteren Oberfläche des Conus medullaris entfernt ist. Das Epithel ist prächtig in ihm entwickelt. Der Querdurchmesser des Conus medullaris, resp. des Filum terminale, beträgt hier nur 2 Mm., höchstens $2^1/_2$ Mm.

Je weiter die Querabschnitte abwärts fallen, desto mehr vertieft sich die hintere Längsfurche, hier bereits $^1/_{30}{}'''$ tief, desto näher rückt der Centralcanal der hinteren Oberfläche des Conus medullaris. Einige Schichten tiefer wird der Centralcanal breiter ($^{15}/_{300}{}'''$), $^1/_{20}{}'''$ breit, $^1/_{10}{}'''$ lang, und nähert sich immer mehr dem Boden der hinteren Längsfurche, d. h. der hinteren Oberfläche des Conus, von dem er nur noch $^1/_{10}{}'''$ entfernt ist. Nach wenigen Abschnitten macht die Vergrösserung des Centralcanals und dessen Ausdehnung nach hinten immer mehr Fortschritte, und endlich öffnet er sich frei an der hinteren Oberfläche des Conus, resp. Filum, dessen Querdurchschnittsfläche jetzt eine hufeisenförmige Gestalt (mit blossem Auge gesehen) angenommen hat, und dessen Querdurchmesser nicht ganz mehr 2 Mm. beträgt. Man sieht also jetzt den hinten geöffneten Centralcanal mit blossem Auge. Das Epithel geht bis zur hinteren Oberfläche des Conus. Macht man nun ferner Querabschnitte dicht unter dem unteren Ende jenes Sinus, die allmählig Schicht für Schicht weiter abwärts, unter der bezeichneten Strecke der hinten geöffneten Längsspalte, genommen werden, so findet man, dass sich der hintere Längsspalt wieder schliesst und der Centralcanal wieder einen geschlossenen Canal bildet; die Pia mater, welche die hier noch in sehr verminderter Zahl vorhandenen, und den weissen Strängen des Rückenmarks entsprechenden, Nervenprimitivfasern umschliesst (Nervenzellen sieht man hier nur sehr vereinzelte und sehr kleine), ist sehr dick und enthält viele kleine Blutgefässe.

Setzt man die Zerlegung des Filum terminale in Querabschnitte Schicht für Schicht abwärts fort, und ist man 4 bis 5 Centimètres unterhalb des unteren Endpunktes jenes Sinus (rhomboidalis)

[44]) Diese Maasse wurden mit dem Glas-Mikrometer in Kellner's Mikroskop bei 900facher Vergrösserung, theils durch directe Messung, theils durch Abschätzung gewonnen (an einem feinen Querabschnitt).

angelangt, wo das Filum terminale nur noch 1 Mm. im Durchmesser hat, alsdann gewahrt man an den einzelnen Segmenten weiter nichts, als 1) eine dicke Schicht Pia mater, welche hier die allgemeine Umhüllung bildet; ferner 2) den Centralcanal mit dem Epithel; aber nichts mehr mit absoluter Sicherheit von Nervenprimitivfasern oder Nervenzellen; dagegen 3) eine grosse Zahl von Blutgefässen, und die Arteria spinalis anterior vor Allen, deren Lumen demjenigen des Centralcanals gleich ist. Die um den Centralcanal, resp. um dessen Epithel, herumgelagerten Nervenprimitivfasern, welche sich als Längsfasern verhalten, und auf dem Querschnitt also nur ihre Querdurchschnittsflächen darboten, wie solches in den eben vorher beschriebenen Schichten stattfand, nehmen, gegen die Mitte des Filum terminale hin, allmählig immer mehr an Zahl ab und verlieren sich, wie es scheint, an der bezeichneten Stelle gänzlich; wie das geschieht — bleibt künftigen Forschungen zu ermitteln überlassen. Ob aber in der unteren Hälfte des Filum terminale absolut keine Nervenprimitivfase n mehr vorhanden sind, ist deshalb schwierig zu entscheiden, weil auf feinen Querabschnitten eine einzelne oder zwei Nervenprimitivfasern kaum mit Sicherheit erkennbar sind, der vorwaltenden anderen Gewebstheile (Bindegewebe, Blutgefässe und Blut) wegen.

Je weiter die Abschnitte gegen die Mitte des Filum terminale abwärts fallen, um so mehr verkleinert sich der Centralcanal, und in der Mitte des Filum terminale (wo solches, in Folge einer Erweiterung der Arteria spinalis anterior, anzuschwellen beginnt) ist vom Centralcanal nichts mehr zu sehen. Die Hauptmasse des Filum terminale besteht hier aus der Arteria spinalis anterior und einigen anderen Blutgefässen, und aus Pia mater.

Von der Mitte des Fili terminalis an abwärts bleibt dieses Verhalten am Filum terminale gleich. Vom Centralcanal ist gar keine, und von Nervenprimitivfasern und Nervenzellen ist keine sichere Spur mehr vorhanden. Im unteren Drittel des Fili terminalis hat die Arteria spinalis anterior oft einen Durchmesser von $^1/_5{}'''$, und ist daher auf dem Querschnitt mit blossem Auge sehr leicht als Blutgefäss zu erkennen, wenn (wie gewöhnlich) das darin enthaltene geronnene Blut eine dunklere Masse (Mittelpunkt) bildet. Ausser dieser grossen Arterie [45]), welche an einem Querabschnitt aus dem Filum terminale dieser Gegend den bei weitem grössten Theil des Flächeninhalts des Segments einnimmt, sieht man noch 2—4—5 andere Blutgefässe, d. h. Querabschnitte derselben, die aber viel kleiner, wohl um das 15—20fache kleiner sind, als diese bezeichnete Arterie. Die Pia mater erscheint jetzt (an dieser Stelle) nur noch als die Adventitia der Blutgefässe, und nicht in dickerer Lage wie in höheren Schichten. Im unteren Viertel des Filum terminale wird die Arteria spinalis anterior auffallend kleiner, um mehr als $^1/_3$ ihres eben bezeichneten Durchmessers.

Die untersten Schichten des Filum terminale bieten (auf Querabschnitten) nichts Anderes dar, als die eben beschriebenen, nemlich die Querdurchschnittsfläche der Arteria spinalis anterior, selten noch die eines kleineren Gefässes; die Pia mater bildet die äusserste Gefässhaut. Die Arteria spinalis anterior misst im Lumen $^1/_{30}{}'''$ unmittelbar an der Uebergangsstelle in den Dura-mater-Sack. Die Dicke der Gefässhäute beträgt an verschiedenen Punkten $^1/_{60}{}'''$ bis $^1/_{15}{}'''$, und ist also nicht an allen Stellen der Circumferenz gleich. Ob dies Folge des Schnitts ist, oder ob die Dicke der Gefässwand von Natur so verschieden an verschiedenen Punkten des Gefässes ist, oder ob hier noch Nervenprimitivfasern vorhanden sind, die nur ihrer Feinheit wegen nicht füglich von den Bindegewebsfasern unterschieden werden können, lasse ich unentschieden.

[45]) Vielleicht ist dieses Blutgefäss auch eine Vene; ich lasse solches dahin gestellt. Auffallend ist der grössere Durchmesser dieses Gefässes längs der Mitte und des unteren Drittels des Filum terminale, in Vergleich zu dem kleineren Durchmesser in den obersten Schichten des Filum terminale; auch ist die Gefässwand oft weniger dick, als solche kleinerer Blutgefässe.

Ueber das Verhalten der Arteria spinalis anterior nach ihrer Einsenkung in den untersten Punkt des Dura-mater-Sacks, ihren Weiterverlauf u. s. w., habe ich bis jetzt weder an dem eben beschriebenen, noch am Filum terminale anderer Rückenmarke weitere Untersuchungen angestellt.

Das Filum terminale eines $1^1/_2$ Jahre alten Kindes, von zwei ganz feinen Nervenstämmchen begleitet (N. coccygeus), die sich dicht neben ihm in dem Grunde (untersten Punkte) des Dura-mater-Sacks inseriren, war 60 Mm. lang, $^1/_2$ Mm. dick oder breit.

Ein ganz feiner Querabschnitt aus den untersten Schichten, dicht über der Insertion in die Dura mater, zeigte sich ganz wie der Querdurchschnitt der Arteria spinalis anterior aller höheren Schichten, d. h. als ein häutiger Ring, gefüllt mit Zellen, ganz von der Grösse der Blutkügelchen. An dieser Arterie hing ein ganz kleiner, ovaler, Querabschnitt eines aus abwechselnd hellen und dunkeln, scheinbar concentrischen, Schichten bestehenden Theils, der aber auch bei genauerer Untersuchung mit den stärkeren Vergrösserungen sich nicht genügend documentirte, und daher weder als ein feines Blutgefäss, noch als eine Nervenprimitivfaser, oder mehrere, angesprochen werden konnte.

Das Filum terminale eines $1^3/_4$ Jahre alten Kindes, 55 Millimètres ($5^1/_2$ Centim.) lang, $^3/_4 - 1$ Mm. dick, zeigt Folgendes: Die untersten 10 Mm. sind um ein Weniges dicker als die Mitte; das obere Dritttheil unter dem Conus medullaris ebenfalls ein wenig dicker. Das Filum terminale inserirt sich in dem Sacke der Dura mater, welcher die Cauda equina einschliesst, zwischen den tiefsten Nerveninsertionen, geht also gewissermaassen in den untersten Punkt des Trichters ein, wenn man diesen Theil der Dura mater damit vergleichen will. Den untersten Theil des Filum terminale, etwa 6 — 10 Mm., fand ich mit Blut angefüllt. Ganz feine Querabschnitte zeigten einen schmalen Kreis (aus Bindegewebsfasern), welcher die Blutkügelchen dicht umschloss; 10 Mm. höher zeigte sich zwischen den Blutkügelchen und dem aus Fasern bestehenden Kreis ein unterbrochener heller Kreis, die Blutkügelchen reichten nicht dicht an die faserige Hülle, und es schien hier die Epithelialschicht des Gefässes sehr auffallend. In der beschriebenen Weise verhielt sich das Filum terminale in seiner ganzen Länge. Bei'm Uebergang in den Conus medullaris erschien das Filum terminale wie ein häutiger Sack von $1 - 1^1/_2$ Mm. Durchmesser (Centralcanal), von wenigen Nervenprimitivfasern umgeben. Die Arteria spinalis anterior bildet also den grössten Theil dieses Filum terminale (40 — 45 Mm. desselben). Die Ausmündung des Canalis centralis in die hintere Längsspalte fand ich auch hier am unteren Ende des Conus medullaris; aber nicht in langer Strecke; etwa nur in der Länge von 2 Linien.

Filum terminale eines 73jährigen, fast 6 Fuss grossen Mannes. Dasselbe war 16 Centim. lang, $^1/_2 - ^3/_4$ Mm. dick, und bestand in den beiden unteren Dritteln aus der (vom durchscheinenden Blute blauen) Arteria spinalis anterior. Mit ihr lief noch ein weisslicher Streif, zum Theil aus Pia mater und kleineren Gefässen bestehend.

Filum terminale eines 60jährigen Mannes, 16 Centim. lang, begleitet von 2 ganz feinen Nervenästen (Nervus coccygeus), setzt sich im untersten Theil des Trichters des Dura-mater-Sacks, zwischen den letzten Spinalnerven, ein, wo es mit der Dura mater verwachsen ist. Das Filum terminale war auch hier nichts anderes als die Arteria spinalis anterior, die atheromatös an mehreren Stellen, und hier 2 Mm. dick war, und dem Ganzen ein ungleiches, knotiges Ansehen an verschiedenen Stellen gab. Die beiden begleitenden feinsten Nerven inseriren sich dicht neben dem Filum terminale. Die Oeffnung des Centralcanals in den hinteren Längsspalt am unteren Ende des Conus medullaris verhält sich wie an den vorher beschriebenen Rückenmarken.

Filum terminale einer 45jährigen Frau. Dasselbe ist 12 Centimètres lang (von dem Austrittspunkte der untersten Wurzelfibrille der Coccygeal-Nerven abwärts); am obersten Theile 2 Mm. dick, verschmälert sich solches gegen die Mitte hin bis zu $^3/_4$ Mm. im Durchmesser, und die untere Hälfte desselben hat höchstens $^3/_4$ Mm. Dicke. Die Andeutung eines Sinus, an der Stelle der hinteren

Längsspalte, nahe unter der Austrittsstelle der untersten Wurzelfibrille des Nervus coccygeus beginnend, und 7—8 Mm. abwärts sich erstreckend, ist auch an diesem Filum terminale wahrnehmbar, wie oben (pag. 1107) von dem des Mannes beschrieben worden ist. Eben so die Einmündung des Centralcanals in den hinteren Längsspalt. Die mikroskopische Untersuchung der Querabschnitte aus diesem Filum zeigt (eben so sicher wie bei den vorausgehend beschriebenen), dass, von der Mitte des Filum terminale an abwärts, das letztere der Hauptsache nach aus der Arteria spinalis anterior, einigen anderen kleineren Blutgefässen und der durch den Pia-mater-Fortsatz gebildeten bindegewebigen Umhüllung besteht.

Mögen die hier mitgetheilten Beschreibungen genügen. Ich habe viele Fila terminalia des Menschen-Rückenmarks aus den verschiedensten Lebensaltern und von verschiedenen Geschlechtern untersucht, immer aber die nämlichen Resultate der Untersuchung erlangt, nämlich: 1) das Filum terminale besteht in der oberen Hälfte: aus dem Centralcanal des Rückenmarks mit Epithelium, der Arteria spinalis anterior, einigen anderen kleineren Blutgefässen, und aus Nervenelementen; alle umhüllt von Pia mater. 2) In der unteren Hälfte besteht das Filum terminale der Hauptsache nach aus der Arteria spinalis anterior; ob einzelne Nervenprimitivfasern mit ihr verlaufen, ist noch nicht nachgewiesen, obwohl mir wahrscheinlich.

Ich wende mich nun zur Betrachtung des Fili terminalis der Säugethiere. Bei den Säugethieren verhält sich das untere Ende des Rückenmarks ganz anders, als bei'm Menschen. In Bezug auf das Verhalten bei'm Kalbe habe ich unten in der beschreibenden Erklärung der Abbildungen, pag. XXXIX, XL und XLI, bereits die hauptsächlichsten Thatsachen mitgetheilt, erläutert durch die bildlichen Darstellungen der Fig. 26—31 der Taf. X des Atlasses. Der Leser möge daher das dort Mitgetheilte hier eingeschaltet denken. Die auffallendsten Verschiedenheiten des Filum terminale der Säugethiere, im Vergleich zu dem des Menschen, sind folgende: 1) der Centralcanal öffnet sich (nicht in die hintere Längsspalte, wie bei'm Menschen, sondern) in die vordere Längsspalte; 2) die (genuin nervösen) Elemente des Rückenmarks erstrecken sich bis tief in die Schwanzwirbel hinein, und es existirt bei keinem der bis jetzt von mir untersuchten Säugethiere ein freies, fast nur aus Blutgefässen bestehendes, Filum terminale; vielmehr finden sich an allen Stellen des Filum terminale der Säugethiere, so weit solches mit Sicherheit verfolgt werden kann, ächte Nervenprimitivfasern und, bis zu bedeutender Tiefe, auch kleinere Nervenzellen vor. Bei'm Kalb, Ochsen und dem Pferde habe ich das Filum terminale bis in den siebenten Schwanzwirbel hinein verfolgt. Es ist hier so fein, dass es zu schwierig ist, solches weiter zu isoliren, weil es meist abreisst. Ich theile zu genauerer Erkenntniss dieser Verhältnisse hier noch einige Specialitäten mit.

Das Filum terminale des (3—4 Wochen alten) Kalbs lässt sich in einer Länge von 16 bis 17 Centim. unterhalb des Abgangs des Nervus coccygeus IV oder V abwärts verfolgen. Dasselbe ist unterhalb der Austrittsstelle des Nervus coccygeus IV oder V $1^1/_2$, höchstens 2 Mm. dick, verschmälert sich aber weiter abwärts allmählig immer mehr. Drei bis vier Centim. unterhalb der Abgangsstelle des N. coccygeus IV oder V ist das Filum terminale von einer sehr verdickten Portion der Dura und Pia mater eng eingeschlossen, und scheint hier gleichsam angeschwollen in der Länge von 2—3 Centim. Die Dura mater verengert hier gleichsam den untersten Theil (des von ihr gebildeten Sacks) bis auf ein Minimum. War das Filum terminale oberhalb dieser scheinbaren Anschwellung bereits so dünn geworden, dass es nur noch $^1/_2$ Mm. im Durchmesser zeigte, so ist es hier wieder $1^1/_2$ Mm. dick. Zieht man aber (unter Wasser) vorsichtig die Pia-mater-Umhüllung vom Filum terminale ab, alsdann findet man, dass das Filum selbst in der That keine Anschwellung zeigt. Unterhalb der eben beschriebenen Stelle wird das Filum terminale immer dünner, und innerhalb der obersten Schwanzwirbel immer mehr, so dass dessen Verfolgung über den 7. Schwanzwirbel hinaus bis jetzt mir nicht mehr möglich war; dasselbe ist hier am feinsten, von höchstens $^1/_{15}'''$ Dicke, in welchem man, wenn es in toto unter dem Mikroskop

untersucht wird, eine grosse Masse anscheinend von Bindegewebsfasern unterscheidet; zerfasert oder theilt man aber diesen Theil des Filum terminale mit feinen Nadeln recht fein der Länge nach, alsdann findet man ächte Nervenprimitivfasern, mit Axencylindern, von oft $^1/_{300}'''$ Dicke, obwohl nur ganz vereinzelt, zwischen den Bindegewebsfibrillen.

Der Centralcanal im unteren Ende des Conus medullaris des Kalbs, wo der Durchmesser des Conus höchstens 2 Mm. beträgt, ist in der Richtung von hinten nach vorn $^1/_5'''$ lang, und wird, weiter nach unten, noch etwas länger, an der Stelle, wo er in die vordere Längsspalte mündet.

Das Filum terminale des Kalbs wird von Blutgefässen in seiner ganzen Länge begleitet. Die Arteria spinalis anterior ist zwar bei weitem nicht so entwickelt wie am Menschen-Rückenmark, jedoch erkennt man dieselbe auf Querdurchschnittsflächen aus fast allen Höhen des Filum.

Der Centralcanal erstreckt sich in einer bedeutenden Länge in dem Filum terminale des Kalbs-Rückenmarks abwärts. Wo derselbe aufhört, ist schwer zu ermitteln, und bis jetzt noch nicht ermittelt worden. Ich finde denselben auf feinen Querabschnitten aus dem feinsten Theile des Filum terminale noch, wo dessen Durchmesser etwa nur $^1/_8'''$—$^1/_{10}'''$ beträgt.

Am Kalbs- (wie am Ochsen-) Rückenmark kann man also zwei Theile unterscheiden: 1) einen freieren, welcher innerhalb des Heiligenbeins, innerhalb des weiten unteren Theils des Dura-mater-Sacks, mit den eine Art von Cauda equina bildenden Sacralnerven verläuft, und 2) einen enger von der Dura mater eingeschlossenen Theil (den längsten), welcher innerhalb der Schwanzwirbel verläuft; jener ist bei'm Kalb etwa 2″ lang, dieser, viel länger, noch nicht bis an's Ende verfolgt.

Bei dem Ochsen läuft das Filum terminale, resp. das Rückenmark unter dem Abgangspunkt des N. coccygeus V—VI, noch 3—3$^1/_2$″ lang innerhalb des Sacralbeins, und ist innerhalb des ersten oder zweiten Schwanzwirbels anscheinend durch feste Verwachsung mit der (Pia und) Dura mater eng verbunden; letztere bildet an der Stelle der scheinbaren Verwachsung eine feste, knorpelharte, knotige Masse, jedoch nicht von auffallender Dicke, etwa wie ein dickes Hirsekorn; sie geht dann noch eine lange Strecke mit dem Filum terminale verbunden durch die Schwanzwirbel. Querabschnitte durch diese Masse, an der Verwachsungsstelle mit der Dura mater, lassen in dem Centrum den Durchschnitt des Fili terminalis genau erkennen, als eine rundliche dunkle Masse, mit einer oft dreieckigen Höhlung. Diese Höhlung zeigt, dass sie vom Epithelium begränzt ist. Die dunkle Masse verhält sich wie die Querdurchschnittspunkte von weissen (Längs-) Fasern des Rückenmarks, zeigt genuine Nervenprimitivfasern [46]).

Der nicht freie, sondern eng von der Dura mater in den Schwanzwirbeln eingeschlossene Theil des Filum terminale geht eine sehr lange Strecke, wohl durch die ganze Länge des Schwanzes, mit dem Fortsatz (oder unteren Ende) der Dura mater hindurch, und sein Ende ist mir noch nicht bekannt. Hier bleibt künftigen Untersuchungen noch ein Feld. Dieser Theil des Filum terminale erscheint in der Regel als ein gleichmässig dickes Fädchen, von weisser Farbe, cylindrisch, von der Arteria spinalis anterior begleitet.

Die vorstehenden Mittheilungen über das anatomische Verhalten des Kalbs- und Ochsen-Rückenmarks sind die Resultate von, an einer sehr grossen Anzahl von Individuen angestellten, Untersuchungen, die, zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen, an frischen wie an gehärteten Rückenmarken, von mir unternommen worden sind. Dass ich eine jede Täuschung hierbei auszuschliessen bemüht war, versteht sich von selbst.

[46]) Es ist oft schwer an Querabschnitten zu unterscheiden: wo ist vordere, wo hintere Fläche des Fili terminalis, weil sich dasselbe in der Härtungsflüssigkeit zuweilen verdreht, wie ein theilweise aufgedrehter Seiden- oder Zwirnsfaden. Es ist gewiss, dass dieser Zustand der Achsenverdrehung im Leben nicht vorhanden, sondern erst Folge der Härtung ist.

Das Filum terminale bei den Säugethieren (Kalb, Ochs, Pferd, etc.) verhält sich also in gewisser Hinsicht verschieden im Vergleich zu dem des Menschen. Man findet auch noch ächte Nervenprimitivfasern in den untersten Strecken desselben mit Sicherheit.

Ich wende mich nun zur Betrachtung des Rückenmarks der übrigen Wirbelthierklassen.

B. Das Rückenmark der Vögel.

Auf Querabschnitten aus dem Rückenmark der Vögel sieht man im Ganzen die nämlichen gröberen und feineren Textur-Verhältnisse, wie in demjenigen der Säugethiere.

Die Abweichungen beziehen sich meistens nur auf die äussere Form und den Flächeninhalt der verschiedenen grauen und weissen Substanzen. Eine genaue Darstellung und Beschreibung sämmtlicher horizontaler Querabschnitte, in welche sich das Rückenmark auch nur eines einzigen Vogels zerlegen lässt, würde eine umfangreiche Arbeit sein, und müsste — wollte ich solche hier nach dem vorgezeichneten Plane mittheilen — die oben berührten Uebelstände haben, deren Beseitigung vorerst wenigstens meine Verhältnisse nicht gestatten. Ich beschränke mich daher auf die Beschreibung eines einzigen Querabschnitts aus der Sacralanschwellung des Puters, welche der Leser in der Erklärung der Abbildung (Taf. XXVII) findet, erläutert durch eine bildliche Darstellung eines solchen Segments. Jene kann hier eingeschaltet gedacht werden.

Eine Eigenthümlichkeit des Vogel-Rückenmarks muss aber hier, ausser dem Filum terminale, noch besprochen werden: ich meine den Sinus rhomboidalis der Sacralanschwellung.

Der Sinus rhomboidalis und Filum terminale des Vogel-Rückenmarks.

Während bei den sämmtlichen übrigen Wirbelthierclassen die Fissura posterior in der ganzen Länge des Rückenmarks nur dadurch entsteht, dass ein sehr schmaler Fortsatz der Pia mater zwischen die weissen Hinterstränge eintritt, und zwischen solchen eine nur sehr dünne Scheidewand bildet, entfernen sich an der Sacralanschwellung des Vogel-Rückenmarks die weissen Hinterstränge in verschiedener Länge — je nach der Grösse des Vogels — mehr oder weniger beträchtlich von einander, und bilden den bekannten Sinus rhomboidalis, nicht unähnlich dem Verhalten der hinteren Fläche der Medulla oblongata, bei deren Uebergang in den Pons Varolii, der zwei höheren Wirbelthierclassen, d. h. nicht unähnlich wie bei der Bildung des Ventriculus quartus oder des gleichfalls so genannten Sinus rhomboidalis des Gehirns [47]). Doch sind die Verhältnisse der sogenannten Rückenmarksstränge an beiden Localitäten nichts weniger als gleich. Die 4. Hirnhöhle entsteht nicht durch ausschliessliches Auseinanderweichen der Hinterstränge, welche sogar durchaus hierbei nicht mehr in Betracht kommen, und der Sinus rhomboidalis der Vögel öffnet sich nicht (wie die 4. Hirnhöhle) in den Centralcanal des Rückenmarks. Letzterer ist sogar von dem Sinus rhomboidalis ganz und gar abgeschlossen durch die Substantia gelatinosa centralis und zum Theil, in vielen Schichten, durch die Commissura posterior.

Ich habe den Sinus rhomboidalis bei verschiedenen Vögeln untersucht, und gebe im Folgenden eine Beschreibung desselben.

[47]) Vielleicht ist die Einmündung der hinteren Längsspalte in den Centralcanal am unteren Ende des Conus medullaris bei'm Menschen, und die Bildung eines kleinen Sinus an bezeichneter Stelle, wie solches oben beschrieben worden ist, als Analogon mit dem Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks zu bezeichnen. Eben so ist auch vielleicht die Communication des Centralcanals mit der vorderen Längsspalte am unteren Ende des Conus medullaris, wie ich solches bei den Säugethieren gefunden habe (s. o.), hiermit in Analogie zu setzen; desgleichen das Verhalten des unteren Endes des Rückenmarks mancher Fische (s. u.).

Der Sinus rhomboidalis des ausgewachsenen Haushuhns ist 10—12 Mm. lang, 4—5 Mm. an der breitesten Stelle breit, die Tiefe beträgt 3—4 Mm. (von der Oberfläche der den Sinus ausfüllenden Masse bis auf den Boden des Sinus). Die den Sinus ausfüllende Masse selbst ist krystallhell, oder schwach milchig getrübt, von dem feinsten Blutgefäss-Netze durchzogen. Dieses Gefässnetz überzieht auch in sehr dichten Massen die ganze innere Fläche des betreffenden Theils der weissen Hinterstränge, resp. die ganze Innenwand des Sinus rhomboidalis, wie man in der Regel mit unbewaffneten Augen, noch besser mit der Lupe sehen kann. Man sieht, durch die gallertartige Masse hindurch, auf dem Boden des Sinus einen graulichen Längsstreif, $\frac{1}{2}$—1 Mm. breit, durchscheinen, parallel mit der Längsaxe des Rückenmarks verlaufend; dies ist die Grenzlinie zwischen der Substantia gelatinosa centralis und der Commissura anterior.

Das untere Ende des Rückenmarks verschmälert sich allmählig immer mehr und mehr, je weiter es sich von der Sacralanschwellung gegen den letzten Schwanzwirbel hin entfernt; an diesem angelangt, ist dasselbe ein ganz feines Fädchen, $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ Mm. im Durchmesser. Dieses Fädchen tritt in den letzten Schwanzwirbel ein, geht innerhalb desselben in der Strecke von 6—8 Mm. schräg nach hinten und unten weiter, und endet hier in einer noch genauer zu erforschenden Weise. Von dem Knochencanal in dem steuerruderartig vertical stehenden letzten Schwanzwirbel, welcher das untere Ende des Rückenmarks enthält, kann man sich sehr leicht durch das Einsenken einer feinen Sonde überzeugen. Man sieht solche in bezeichneter Richtung und Tiefe bis nahe zur unteren Fläche des Schwanzbeins vordringen. Es scheint mir, als ob das untere Rückenmarksende im letzten Schwanzbein, an der bezeichneten Stelle angelangt, sich in einem Bogen wieder aufwärts und weiter nach hinten wendet; ich fand wenigstens oft ein starkes Blutgefäss, welches das Rückenmark begleitete, in dieser Richtung weiter gehend. Indess ist das Fädchen des Rückenmarks zu fein, um hier mit Auge und Lupe auch bei der sorgfältigsten Präparation weiter verfolgt zu werden.

Der Sinus rhomboidalis einer jungen Taube ist 7 Mm. lang, 3 Mm. an der breitesten Stelle breit, erfüllt mit einer Glaskörper-ähnlichen Masse (bedeckt von Dura und Pia mater, nach deren Entfernung die Masse fast ganz durchsichtig, oder mit schwach milchiger Trübung erscheint). Es gehen Blutgefässe von der hinteren Rückenmarks-Oberfläche in sie ein, doch nur äusserst feine, mit der Lupe nur gut wahrnehmbar. Man sieht durch die Masse hindurch auf den Boden des Sinus rhomboidalis und gewahrt hier einen dunkeln Längsstreifen längs der Mitte (Längsaxe) des Rückenmarks. Dieser Streif ist die Grenzlinie zwischen der Commissura anterior und der Substantia gelatinosa centralis. Ein Stückchen dieser Substanz mit der Nadel abgehoben, zeigt sich krystallhell, und von der Consistenz der Krystalllinse des Auges. Unter dem Mikroskop (ohne Zusatz) betrachtet, lässt sich bis zu 360facher Vergrösserung keine Spur von Organisation darin entdecken; an den in Chromsäure gehärteten Rückenmarken ist aber ihre Organisation genügend erkennbar, wie weiter unten beschrieben werden soll.

Ein eigentliches Filum terminale des Rückenmarks wie bei'm Menschen ist bei der Taube nicht vorhanden. Das Rückenmark wird gegen sein unteres Ende hin allmählig immer schmäler, während es durch den Sacraltheil der Wirbelsäule hindurchtritt, und geht endlich in den (vertical stehenden) letzten Schwanzwirbel ein, in welchem es auf eine noch nicht genügend bekannte Weise weiter verläuft, resp. endigt. An der Eintrittsstelle in diesen Wirbel ist das Tauben-Rückenmark nur sehr dünn, ein Fädchen von $\frac{1}{6}$ Mm. Dicke etwa, und, wenn man solches eingeschlossen in die Dura mater und Pia mater sieht, höchstens $\frac{1}{4}$ Mm. dick, mehr gallertartig und halbdurchsichtig, als weiss, ähnlich dem Filum terminale der Frösche.

Der Sinus rhomboidalis des ausgewachsenen Puters ist 10—12 Mm. lang, und an der breitesten Stelle 8 Mm. breit, in der Mitte 5—6 Mm. tief, von der Oberfläche der gallertigen Substanz bis auf den Boden des Sinus, resp. bis zur hinteren Gränze der Commissura anterior gerechnet; die gallertige

Substanz bildet einen nahezu biconvexen Körper, von der Grösse einer mittleren Kaffeebohne, welcher den Sinus rhomboidalis ausfüllt. Im Uebrigen verhält sich das untere Ende des Rückenmarks bei'm Puter eben so wie bei dem Huhn und anderen Vögeln.

Die gallertige Substanz im Sinus rhomboidalis des Puters besteht aus Zellen und deutlichen Blutgefässen, welche zwischen jenen verlaufen. Aber auch ächte Nervenprimitivfasern (zur Commissura posterior gehörig) laufen vereinzelt und in Bündeln zwischen dieser Substanz hin aus einer Seitenhälfte in die andere, wenigstens in den obersten und untersten Schichten der gallertigen Substanz.

Die Zellen dieser gallertigen Substanz (im Sinus rhomboidalis des Puters, an einem mit Carmin imbibirten Präparate) sind rundlich oder polyedrisch, von verschiedener Grösse, bis $^1/_{15}$''' lang und $^1/_{30}$''' breit, manche wohl noch grösser, andere kleiner. Jede Zelle hat einen Nucleus von $^1/_{150}$''' bis $^1/_{300}$''' im Durchmesser, der bald rund, bald oval ist, und einen Nucleolus, der bald nur sehr klein und undeutlich, von $^1/_{1500}$''' Durchmesser, bald auffallend gross ist, und bis $^1/_{500}$''' im Durchmesser hat. Die Zellenhülle scheint oft nur durch die Fortsätze der verschiedenen Nuclei gebildet; sie hat meist eine unregelmässige Doppelcontour. Als Parenchym der Zelle bietet sich bald eine überaus feinfaserige Masse dar, bald ist ein solches gar nicht zu erkennen; Nuclei und Nucleoli sind in Carmin-Präparaten intensiv roth gefärbt, auch die Zellhülle an vielen Stellen, weniger oder gar nicht die Parenchymfasern.

In gleicher Weise verhalten sich die Zellen der gallertigen Substanz bei dem Huhn, Hahn, der Taube und anderen Vögeln.

Der Centralcanal verläuft innerhalb der vordersten Schichten der gallertigen Substanz in der ganzen Länge des Sinus rhomboidalis, nahe hinter der Commissura anterior, doch in einiger Entfernung von ihr, und die Ausläufer der Epithelialzellen setzen sich in die gallertige Substanz fort. An den mit Carmin gefärbten Präparaten sticht (in Querabschnitten) der intensiv rothe Kranz der Epithelialzellen inmitten der grösstentheils farblosen, colossalen Zellen der Substantia gelatinosa centralis sehr auffallend hervor. [48])

Diese letztere Substanz erscheint völlig identisch unter dem Mikroskop mit der Substantia gelatinosa centralis der Frösche. Die den Sinus rhomboidalis der Vögel ausfüllende Masse ist — meines Erachtens — für nichts anderes zu erklären, als für eine bedeutende Anhäufung und Entwicklung der Substantia gelatinosa centralis des Rückenmarks überhaupt; ich muss sie für eine nervöse Substanz halten, die Zellen für Nervenzellen.

Wenn ich nun auch annehme, dass die gallertige Substanz im Sinus rhomboidalis der Vögel eine nervöse sei, so ist doch bis jetzt die wahre Bedeutung dieser Substanz noch ganz und gar unbekannt, eben so wie die eigenthümliche Form des Rückenmarks in der Sacralanschwellung, der Sinus rhomboidalis selbst, als ein unaufgeklärtes Räthsel da steht.

Die gallertige Substanz sendet die feineren Fortsätze ihrer Zellenausläufer in alle mit ihr in Berührung stehenden Theile, hauptsächlich in die mittlere graue Substanz zwischen grauen Vorder- und Hinterhörnern. Die grauen Vorderhörner sind hier enorm entwickelt. Auch in dem unteren $^1/_4$ oder $^1/_6$ des Sinus rhomboidalis ziehen Fasern der Commissura posterior quer durch die gallertige Substanz; nur wo letztere am umfangreichsten ist, existirt eine Commissura posterior nicht.

Unterhalb der Sacralanschwellung, wo das Rückenmark der Vögel an Umfang abnimmt, vermindert sich sowohl die Zahl der Nervenprimitivfasern wie der grossen Nervenzellen, so wie auch ihre

[48]) Es ist nicht ganz leicht, die Anwesenheit des Centralcanals innerhalb der gallertigen Substanz in feinen Querabschnitten nachzuweisen, weil die genannte Masse während des Schneidens sich zu leicht verschiebt und zerreisst. Klemmt man aber den betreffenden Rückenmarkstheil des Vogels zwischen zwei passend geformte Stückchen (in Alkohol gehärteten) Kalbs-Rückenmarks ein, so kann man bessere Segmente fertigen und mit Sicherheit den Centralcanal erkennen.

Dimension; die multipolaren Nervenzellen z. B. des Vorderhorns sind auffallend kleiner als in der Sacralanschwellung und in höheren Schichten des Rückenmarks. Der Centralcanal wird aber hier (in den unteren Schichten des Rückenmarks) auffallend grösser, wohl doppelt so gross als im ganzen Dorsaltheil und der Lendenanschwellung.

Die mikroskopische Untersuchung der tiefsten (hintersten) Schichten des Rückenmarks, resp. das Filum terminale der Vögel, zeigt darin — ausser dem Centralcanal — auch noch evident das Vorhandensein von ächten Nervenprimitivfasern; wie solche in dem Schwanzbein enden, das zu ermitteln bleibt künftigen Forschungen überlassen.

C. Das Rückenmark der Fische.

Das Rückenmark der Fische betreffend, so würde die ausführliche Beschreibung aller horizontalen (— die Längsaxe des Rückenmarks vertical gedacht —) Querabschnitte, in welche das Rückenmark auch nur eines einzigen (selbst kleinen) Fisches zerlegt werden kann, wiederum eine Schrift oder ein Werk für sich bilden, auf dessen Ausführung ich hier aus den mehrfach erwähnten Gründen verzichten muss. Um jedoch den wissbegierigen Leser nicht ganz unbefriedigt zu lassen, gebe ich von einigen Querabschnitten aus dem Rückenmark verschiedener Fische eine kurze Beschreibung, mit der Bemerkung, dass im Wesentlichen der Bau des Rückenmarks der Fische sich eben so wie bei den übrigen Wirbelthierklassen verhält, dass auch bei den Fischen die Verschiedenheiten sich mehr nur auf Form und Flächeninhalt der verschiedenen Rückenmarkssubstanzen beziehen, dass sich — mit Ausnahme der fliegenden Fische (Trygla) — im Fisch-Rückenmark nichts findet, was als Analogon der Brust- und Lendenanschwellung der Säugethiere und Vögel betrachtet werden könnte, dass auch bei Fischen ein Filum terminale, zwar nicht so wie bei'm Menschen, doch aber ähnlich wie bei Säugethieren und bei Vögeln, gefunden wird, dass endlich bei Fischen, so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen, nichts im Rückenmark angetroffen wird, was mit dem Sinus rhomboidalis der Vögel in Parallele gesetzt werden könnte. Ich habe nun aus dem Rückenmark des Petromyzon, des Haifisches, des Zitterrochens und der Lachsforelle je einen Querabschnitt beschrieben, erläutert durch eine Abbildung von Petromyzon auf Taf. XXVIII; von den übrigen auf Taf. XXXI; der Leser findet die Beschreibung in der Erklärung der Abbildungen. Diese Mittheilungen müssen demnach als hier eingeschaltet oder hierher gehörig gedacht werden. Ich habe nun noch einige Bemerkungen über das Analogon des Filum terminale des Fisch-Rückenmarks, resp. über die Endigungsweise des Rückenmarks der Fische im Schwanze oder innerhalb der Schwanzwirbel mitzutheilen.

Das Rückenmark des Petromyzon fluviatilis endet in einer noch nicht genügend bekannten Weise. Je nach der Grösse der einzelnen Individuen ist dieses Rückenmark 2 bis $2^1/_2$, und in höchst seltenen Fällen 3 Mm. im oberen (d. h. vorderen oder Hals-) Theil breit, und verläuft, ohne sich auffallend zu verschmälern oder anzuschwellen, längs der oberen beiden Drittel der Wirbelsäule. Erst im unteren Drittel seiner Länge verschmälert sich das Rückenmark dieses Fisches ganz allmählig, und immer mehr, je näher es dem Schwanze kommt. Ich habe das untere Rückenmarksende mit Hülfe der Lupe bis in die hintersten Wirbel verfolgt, 1, höchstens $1^1/_2$ Mm. vom hintersten Rande der Schwanzflosse entfernt, also wohl bis ganz nahe an seinen äussersten Grenzpunkt. Hier endet der Wirbelcanal so wie das Rückenmark selbst nadelförmig zugespitzt. Das Rückenmark ist nahe über dem Ende $^1/_3 - ^1/_4$ Mm. breit. In den letzten Wirbeln wird das Rückenmark so dünn, dass dessen Weiterverfolgung bis an sein Ende auch mit dem bewaffneten Auge nicht mehr möglich ist. Es reisst zu leicht ab, wenn man es auf irgend eine Weise zu isoliren sucht. Es bedarf daher künftig anderweiter Hülfsmittel, um das unterste Ende des Rückenmarks vom Petromyzon genauer zu erforschen

(allenfalls Zerlegung der in Chromsäure gehärteten und später in Alkohol aufbewahrten ungeöffneten Wirbelsäule sammt Rückenmark vom untersten Ende an aufwärts in feine Querabschnitte Schicht für Schicht, und genaue Untersuchung dieser Segmente). Uebrigens kann man auch in den untersten Schichten des Rückenmarks dieses Fisches, so weit solche mit Sicherheit erkannt werden, die genuinen nervösen Elemente, Nervenprimitivfasern und Nervenzellen, als Elementarbestandtheile dieses Theils des Rückenmarks mit Hülfe des Mikroskops ohne Schwierigkeit constatiren.

Das untere Ende des Rückenmarks von Raja Torpedo verschmälert sich allmählig, je näher den untersten Schwanzwirbeln. Man kann dasselbe ohne grosse Schwierigkeiten bis in die untersten Schwanzwirbel hinein verfolgen, wo es, eben allmählig immer feiner werdend, zugespitzt endet. Wie es sich innerhalb des letzten Schwanzwirbels, resp. der Schwanzflosse verhält, bleibt künftigen Forschungen zu ermitteln vorbehalten.

Bei der Barbe findet sich nicht allein kein Filum terminale des Rückenmarks, sondern das Rückenmark endet in eine kugelförmige Anschwellung, welche in dem letzten Schwanzwirbel befindlich ist. Diese Anschwellung finde ich, bei einem Fisch von $1^1/_2$ Fuss Länge, fast 2 Mm. dick. Bei Untersuchung des Rückenmarksendes mit der Lupe sieht man, wie die hintere Längsspalte des Rückenmarks an ihrem unteren Ende in der Länge von 4—6 Mm. auseinanderweicht, und von einer gallertartigen halbdurchsichtigen Substanz ausgefüllt wird, wie der Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks, d. h. die weissen Hinterstränge weichen auseinander, und zwischen ihnen ist die gallertige Substanz eingelagert.

Wie diese Substanz, mikroskopisch untersucht, sich verhält, bleibt künftigen Forschungen genauer zu ermitteln übrig. An einigen mit Chromsäure einige Tage behandelten Präparaten fand ich, an feinen Abschnitten, diese Substanz aus äusserst feinen Fasern und kleinen Zellen zusammengesetzt.

Der Centralcanal des Rückenmarks, welcher in dem 4. oder 5., über dem Endwirbel befindlichen, Schwanzwirbel, ziemlich in der Mitte des Marks erscheint, rückt allmählig mehr gegen die hintere Oberfläche des Rückenmarks, je näher dem letzten Schwanzwirbel. Wie derselbe endet, bleibt künftigen Forschungen zu ermitteln. Von der Endanschwellung des Rückenmarks gehen sicherlich eine grosse Anzahl von feinen Nervenprimitivfasern in die Schwanzflosse, und zu den sehr entwickelten Muskeln derselben, jedoch habe ich deren Lauf nicht genauer verfolgt, und künftige Untersuchungen haben daher diese Lücke auszufüllen.

Das Rückenmark des Hechts verdünnt sich, je näher dem Schwanze, allmählig mehr, so dass es endlich in dem vorletzten Wirbel nur noch ein feines Fädchen ist, z. B. bei einem $1^1/_2$ Fuss langen Hechte nur noch $^1/_3$ bis höchstens $^1/_2$ Millimètre im Durchmesser hat. Im letzten Schwanzwirbel aber schwillt das Ende des Rückenmarks auffallend wieder an, spindelförmig, wird hier 1 Millimètre dick, und entsprechend dicker bei grösseren Individuen; die angeschwollene Stelle ist etwa 10 Millimètres lang, und ihr unteres Ende verdünnt sich allmählig immer mehr, wendet sich in einem Bogen (mit nach unten gerichteter Convexität) nach hinten und aufwärts, und tritt in die Schwanzflosse über, woselbst das Filum terminale so fein wird, dass dessen Weiterverfolgung selbst mit Hülfe der Lupe und grösster Sorgfalt nicht mehr möglich ist, obwohl das Filum terminale, wie das ganze Rückenmark, in der Regel mit sehr intensiv schwarz pigmentirter Pia mater und Arachnoidea umgeben ist. Die spindelförmige Anschwellung des Endtheils des Rückenmarks hat ein gallertartiges, halbdurchscheinendes Ansehen, verschieden vom demjenigen der weissen Rückenmarkssubstanz.

Die Elemente dieser spindelförmigen Anschwellung sind — wenn mit Nadeln zerzupft, oder an feinen Quer- oder Längsabschnitten mit dem Mikroskope untersucht — überaus feine Fasern von $^1/_{1500}'''$ bis $^1/_{750}'''$ Durchmesser, und körnige rundliche Massen, von $^1/_{750}'''$ bis $^1/_{1500}'''$ im Durchmesser. Wie der Centralcanal endet, bleibt auch künftigen Forschern auszumitteln vorbehalten.

D. Das Rückenmark der Amphibien.

Von diesen habe ich nur das der Frösche untersucht. Es gilt von der Beschreibung aller horizontalen Querabschnitte, in welche das Rückenmark auch nur eines einzigen Frosches zerlegt werden kann, dasselbe, was von demjenigen anderer Wirbelthiere gesagt worden ist. Daher ich dem Leser auch hier wiederum nur die Beschreibung eines einzigen Querabschnitts aus dem Frosch-Rückenmark, durch eine Abbildung erläutert, biete. Die Beschreibung findet sich in der Erklärung der Abbildungen (Taf. XXXI), welche sich der Leser als hier eingeschaltet denken mag. Im Uebrigen bietet das Rückenmark der Frösche keine wesentlichen Unterschiede von demjenigen der Säugethiere dar; nur Form und Flächeninhalt der verschiedenen Rückenmarkssubstanzen bilden die für uns bis jetzt erkennbaren Unterschiede. Die Brust- und Lenden-Anschwellung in dem Rückenmarks-Gebiete für die betreffenden Arm- und Schenkelnerven finden sich wie bei den Säugethieren und Vögeln. Als eigenthümlich dem Rückenmark der Frösche scheint auf den ersten Blick das Filum terminale derselben betrachtet werden zu können, welches in dieser Form wenigstens bei keiner der übrigen Wirbelthierclassen sich wiederfindet.

Das Filum terminale des Frosches tritt in das Heiligbein ein, verläuft eine Strecke (bei dem ausgewachsenen Frosche von 5 Mm.) gerade nach hinten in demselben, und endet hier anscheinend nadelförmig zugespitzt, indem es sich allmählig verschmälert. Es hat an diesem scheinbaren Ende höchstens $^1/_{10}'''$ Durchmesser und ist nur mit Hülfe der Lupe gut zu verfolgen. Da dieses Stück des Filum terminale mit dunkel pigmentirter Pia mater, resp. Arachnoidea, umgeben ist und ein fast schwarzes Ansehen hat, so ist der Forscher bei der Untersuchung hierdurch begünstigt.

Untersucht man das Heiligbein weiter nach hinten, so findet man, dass dieser ganze Knochen hohl ist, bis fast unmittelbar an sein hinterstes Ende. Oeffnet man vorsichtig den Knochencanal, der oben etwa $^1/_4 - ^1/_2$ Mm. Durchmesser hat, der sich aber gegen das hintere Ende hin so auffallend in seinem Durchmesser vergrössert, dass letzterer hier über $^1/_2$ Mm., selbst nahezu 1 Mm. beträgt, so findet man diesen Canal von einer gallertartigen, halbdurchsichtigen Masse erfüllt, welche bis unmittelbar an das unterste, zugespitzte, oben bezeichnete, schwarze Schein-Ende des Filum terminale hinanzureichen und mit ihm in unmittelbarem Zusammenhang zu stehen scheint. Diese Masse erstreckt sich auch bis nahe an das hinterste Ende des Heiligbeins, wo die Masse des letzteren knorpel- oder sehnenartig ist, und mit der gallertigen Centralmasse verschmolzen, d. h. auf eine unbekannte Weise verbunden ist.

Diese gallertige Masse ist aber nur scheinbar mit dem Filum terminale in Verbindung; sie liegt mit letzterem, resp. dessen unterem Ende, nicht in einer und derselben Horizontalebene, vielmehr liegt die gallertige Masse tiefer, d. h. weiter nach vorn; das Ende des Filum terminale liegt (den Frosch in natürlicher Lage sitzend gedacht) in höherer Ebene, d. h. weiter nach oben (und hinten), etwa um 1 Mm. von der genannten gallertigen Masse abstehend, und mit dieser in keiner Verbindung. Der Knochencanal des Heiligbeins, welcher die erwähnte gallertige Masse enthält, erstreckt sich noch 6 Mm. weiter aufwärts, unter dem Filum terminale herlaufend nach vorn (gegen den Kopf des Frosches zu), wie man sich durch Einsenken einer kleinen Sonde (eines feinen Platinadrahts) leicht überzeugen kann; und dieser Canal erstreckt sich bis nahe zum obersten (vordersten) Ende des Heiligbeins. Hier erweitert sich derselbe, so dass er einen viel grösseren Durchmesser hat, als in der Mitte des Heiligbeins, fast einen so grossen, wie nahe über dem unteren (hinteren) Ende desselben. Die gallertartige Masse, die das oberste Ende dieses Knochencanals erfüllt, ist von zahlreichen Pigmentzellen wie schwarz gefärbt.

Diese gallertige Masse (aus dem obersten wie untersten Ende des Heiligbeins) erscheint unter dem Mikroskop schon bei 50facher Vergrösserung grösstentheils als ein aus rundlichen Zellen

bestehendes Gewebe. Bei 360facher Vergrösserung erscheinen diese Zellen von einer nicht ganz regelmässigen, rundlichen oder polyedrischen Form; sie messen $^{8}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{150}'''$ im Durchmesser, der Nucleus misst $^{1}/_{500}'''$ bis $^{4}/_{1500}'''$, selbst etwas mehr; der Nucleolus $^{1}/_{1500}'''$ bis $^{1}/_{750}'''$. Die Zellen sind also höchstens nur halb so gross als die Blutzellen des Frosches; von Täuschung in dieser Hinsicht kann nicht die Rede sein, da auch zum Ueberfluss Blutzellen des nämlichen Thiers, wiederholt zur Vergleichung angewandt, sichere Entscheidung geben. In manchen dieser Zellen finden sich doppelte Nucleoli.

Dass diese Zellen als nichts anderes wie die Markzellen, resp. wie das Knochenmark des Heiligbeins, anzusprechen sind, geht aus der vergleichenden Untersuchung des Marks aus dem Canal des Femur des nämlichen Frosches hervor. Hier findet man das ganze (von einem dicken, centralen, in der Axe des Marks verlaufenden, Blutgefäss, und zahlreichen Verästelungen desselben, die das Mark vielfach durchsetzen, gleichsam durchbohrte) Mark des Knochens aus den nämlichen Zellen bestehend und von dem nämlichen Ansehen, wie die gallertige Masse in dem Heiligbein.

Ausser diesen hellen, durchsichtigen Zellen beobachtet man noch verschiedene andere, welche unter dem Mikroskop auffallend dunkel erscheinen. Bei 700facher Vergrösserung erscheinen dieselben wie bedeckt von oder erfüllt mit rundlichen Körnchen von $^{1}/_{1500}'''$ Durchmesser. Der ganze Knochencanal misst (im erwachsenen Frosche) 25—27 Mm. in der Länge; der oberste Theil desselben, in der Länge von 5—6 Mm., läuft also vor dem ganzen Filum terminale her, und mit ihm parallel und in einer und der nämlichen Verticalebene, aber in einer verschiedenen Horizontalebene, welche um etwa 1—2 Mm. weiter nach unten (tiefer, gegen die Bauchseite des Frosches) hin befindlich ist, als diejenige, in welcher das (näher der Rückenoberfläche des Frosches) Filum terminale verläuft. Eine Verbindung (Communication) der beiden bezeichneten Knochencanäle (des Heiligbeins) existirt also in der That nicht.

Untersucht man das Filum terminale des Frosches mittelst feiner Quer- und Längsabschnitte bei passenden Vergrösserungen, so findet man Folgendes: Der Centralcanal, mit dem Epithelium, erstreckt sich bis in die tiefsten Schichten des Filum terminale. Wie und an welchem Punkte derselbe endet, ist noch nicht genügend erforscht. Die Elemente, aus welchen das Filum terminale (ausser den Blutgefässen) zusammengesetzt ist, geben sich den oberen Schichten als ächte Nervenprimitivfasern und kleine Nervenzellen, in den tieferen und tiefsten Schichten als die feinsten Nervenprimitivfasern und Nervenzellen zu erkennen. Je näher dem unteren Ende des Filum terminale, um so mehr walten die feinsten Fasern vor, die gewissermaassen ein unentwirrbares Netzwerk von Elementarröhrchen (der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen der Hauptsache nach) bilden.

2. *Die Ergebnisse der Untersuchung verticaler, parallel den Fissuren geführter, Längsabschnitte des Rückenmarks.*

Alles was oben (p. 1095) von den horizontalen Querabschnitten gesagt worden ist, gilt eben so von der Untersuchung der hier bezeichneten verticalen Längsabschnitte. Der Leser findet daher hier nur die Beschreibung dieser Segmente aus einem einzigen Nervengebiete des Rückenmarks, und zwar des Kalbs — hier als Repräsentanten des Säugethier-Rückenmarks betrachtet — vor, und zwar in der Erklärung der Abbildungen (p. LX bis LXXIII) erläutert durch die Figuren der fünfzehnten, sechszehnten und siebenzehnten Tafel des Atlasses. Die oben erwähnte Beschreibung möge der Leser sich hier eingeschaltet denken.

Eine entsprechende Beschreibung der bezeichneten Längsabschnitte aus dem Rückenmark der Vögel und der übrigen Thierclassen habe ich hier nicht gegeben, weil ich, aus bereits oft wieder-

holten Gründen, eine gewisse Grenze einzuhalten mich verpflichtet fühle. Mögen daher künftige Forscher diese Lücke auszufüllen versuchen.

3. *Die Ergebnisse der Untersuchung verticaler, in rechten Winkeln durch die Fissuren fallender, Längsabschnitte des Rückenmarks.*

Der enorme Umfang einer, dem hier vorgezeichneten Plane entsprechenden, Darstellung verbietet mir auch hier wiederum die genügende Ausführung. Ich habe daher nur von einem einzigen geringen Gebiete des Kalbs-Rückenmarks, als dem Repräsentanten des Kalbs-Rückenmarks überhaupt, die bezeichneten Segmente, wie solche bei 15facher Linearvergrösserung unter dem Mikroskope erscheinen, beschrieben. Der Leser findet diese Beschreibung in der Erklärung der Abbildungen (p. XLI bis pag. LX), erläutert zugleich durch die Figuren 1 bis 32 der Taf. XI bis XIV des Atlasses. Jene Beschreibung mag daher als hier eingeschaltet angehen werden. In gleicher Weise die betreffenden Segmente aus dem Rückenmark der verschiedenen übrigen Thierclassen zu beschreiben, war aus nun bereits zu häufig wiederholten Gründen für vorliegende Schrift unthunlich.

Wegen der besonders instructiven Verhältnisse aber, welche ich bei der Zerlegung des Rückenmarks vom Petromyzon in solche Segmente gefunden habe, schien es mir nützlich, aus einem Rückenmarksgebiet dieses Fisches wenigstens die bezeichneten Segmente zu beschreiben. Der Leser findet dieses in der Erklärung der Abbildungen (Taf. XXIX, Fig. 3, u. ff.); und somit kann jene Mittheilung als hier eingeschaltet betrachtet werden.

4. *Vergleichung der Ergebnisse aller verschiedenen Untersuchungsmethoden des Rückenmarks.*

Zur richtigen Durchführung einer Vergleichung der sämmtlichen Ergebnisse der verschiedenen im Vorausgehenden abgehandelten Untersuchungsmethoden des Rückenmarks müsste zuerst, z. B. von menschlichem Rückenmark, die oberste Schicht des 1. Hals-Nervengebiets in Betrachtung gezogen, und hier — entweder von den äussersten Schichten gegen die innersten hin, oder vice versa, — nach einem bestimmten System hin vorschreitend [49]), ein jeder Punkt der Querdurchschnittsfläche und der entsprechende der verschiedenen Längsdurchschnittsflächen (resp. Segmente) untersucht, mit einander verglichen, und festgestellt werden, ob die Querdurchschnittsfläche einer und derselben Nervenprimitivfaser, welcher im horizontalen Querabschnitt erscheint, sich in den entsprechenden Längsabschnitten in Continuität vorfindet, ob die bestimmte Nervenzelle, welche im horizontalen Querabschnitt erscheint, in der entsprechenden Form auch in den Längsabschnitten gesehen wird, ob der bestimmte Fortsatz einer Nervenzelle, welcher im horizontalen Querabschnitt in Continuität erscheint, in den Längsabschnitten nur seine Querdurchschnittsfläche (resp. Continuität, je nach der Richtung des Längsschnitts) darbietet, u. s. w. Ist in dieser Weise von allen einzelnen Elementen des betreffenden

[49]) Man könnte die Querdurchschnittsfläche allenfalls in □Mm. eintheilen, solche genau bezeichnen, und eben so die Längsabschnitte aus den entsprechenden Gebieten — gleich bei der Anfertigung derselben — als dahin gehörig bezeichnen, um bei der nachherigen Vergleichung desto mehr Sicherheit zu haben, dass identische Localitäten zum Vergleich genommen würden. Es wäre natürlich hierbei nothwendig, immer drei Rückenmarke möglichst von gleicher Grösse, gleichen Alters und gleichen Geschlechtern zu untersuchen. Das anscheinend Pedantische, oder Nutzlose, welches manche Leser in diesem Vorschlage erblicken könnten, verschwindet, wenn man sich den complicirten Bau des Rückenmarks vergegenwärtigen will.

Segments nachgewiesen, dass ihr Verhalten in Quer- wie auf Längsabschnitten übereinstimmt, alsdann würde man einen sicheren Schluss über ihr anatomisches Verhalten in der betreffenden Schicht mit genügender Sicherheit feststellen können. In solcher Weise würden die sämmtlichen verschiedenen Segmente aus sämmtlichen verschiedenen Gebieten des Rückenmarks mit einander verglichen werden müssen. Eine ausführliche Beschreibung einer solchen Vergleichung, nur am Rückenmark eines einzigen Thiers ausgeführt, würde eine so colossale Arbeit und eine so umfangreiche sein, dass sie schwerlich unternommen, und — wenn ausgeführt — schwerlich von irgend Jemanden studirt werden dürfte. So lange also nicht neue, verbesserte Untersuchungsmethoden uns die Möglichkeit eines leichteren Ueberblicks über die complicirte Rückenmarks-Organisation gestatten, so lange müssen wir uns begnügen, das Ideal der Untersuchungsmethode zwar anzuerkennen, zugleich uns aber bescheiden, auf dessen genaue Ausführung zu verzichten, und uns nur mit einem, wenn auch sehr unvollkommenen, Versuche zu seiner Ausführung einstweilen zu begnügen.

Als einen solchen unvollkommenen Versuch betrachte ich aber die im 1. Buche dieser Schrift (pag. 1—331) enthaltenen Mittheilungen, welche allerdings nur die Resultate der Vergleichung vom Menschen- und Kalbs-Rückenmark geben, ohne das Vergleichungsmaterial selbst dem Leser vor Augen zu stellen; eine solche Darlegung des Vergleichsmaterials selbst würde aber wiederum, wegen der ermüdenden Ausführlichkeit, den von mir beabsichtigten Zweck verfehlt haben, eine relativ kurze Uebersicht über den Bau des Rückenmarks des Menschen und der Säugethiere dem Leser vorzuführen [50]). Das ganze 1. Buch dieser Schrift gehört daher, streng genommen, hierher an diese Stelle, als Repräsentant der postulirten Vergleichung der Ergebnisse aller verschiedenen Untersuchungsmethoden des Rückenmarks. Dass sie unvollkommen ist, kann Niemand mehr anerkennen als ich selbst.

* *

*

Somit wäre ich denn, streng genommen, hier vorläufig am Ende meiner Arbeit, wenn auch nicht meines vorgesteckten Zieles. Fragen wir hierbei: welches allgemeine Naturgesetz findet sich im Bau des Rückenmarks sämmtlicher Wirbelthierclassen offenbart? so kann Folgendes gleichsam als Schema des Rückenmarks-Baues [51]) bezeichnet werden.

Schema des Rückenmarks-Baues.

In allen Wirbelthierclassen besteht das Rückenmark aus zwei durch die Commissuren mit einander verbundenen, übrigens aber durch der vorderen und hinteren Längsspalt getrennten, symmetrischen Seitenhälften.

Eine jede Seitenhälfte des Rückenmarks wird der Hauptsache nach gebildet

a. von zwei, mit der ganzen Länge seiner Axe mehr oder minder parallel liegenden, Säulen grosser und kleiner Nervenzellen, oder von den aus mehr oder minder dicht aufeinandergeschichteten Nervenzellen bestehenden grauen Substanz;

[50]) Uebrigens kann ein Jeder, nach den im Vorausgehenden mitgetheilten Grundsätzen, wie nach den speciellen Beschreibungen und Abbildungen der verschiedenen Segmente aus dem entsprechenden Rückenmarks-Gebiete (des Kalbs), sich selbst das Vergleichungsmaterial, mehr oder minder ausführlich, wenn auch immerhin sehr unvollkommen (wegen der schwachen Vergrösserungen), beschaffen.

[51]) Der Leser findet oben (pag. 686) das einfachste Schema des Rückenmarks-Baues bereits mitgetheilt. Doch scheint es mir passend, ein specielleres Schema — gestützt auf die specielleren sicheren Ergebnisse der anatomischen Untersuchung — hier aufzuführen. Dass dieses Schema die absolute Wahrheit, den absoluten Plan des Rückenmarks-Baues repräsentire, glaube ich selbst indess nicht. Es ist aber heute noch nicht möglich, ein vollkommeneres Schema zu geben, und es wird noch mancher meiner Nachfolger seinen Scharfsinn vergeblich aufbieten, um das wahre Geheimniss des Naturplans zu erlauschen.

b. aus Nervenprimitivfasern, die in verschiedenen Richtungen, longitudinal, quer, oder schräg verlaufen, und die einen verschiedenen Ursprungsort haben; und zwar:

1) Fasern, welche von den verschiedenen Nervenzellen des Rückenmarks selbst entspringen, dann in die verschiedenen grauen und weissen Stränge des Rückenmarks eintreten, solche bilden helfen, und sowohl mit der Axe des Rückenmarks parallel, wie in schiefen oder rechten Winkeln mit derselben verlaufen;

2) Aus Fasern, die von den Nervenzellen der Spinalganglien entspringen, und in die verschiedenen weissen und grauen Stränge des Rückenmarks eintreten, solche unter der Form von Längs-, Quer- und schräglaufenden Fasern bilden helfen, und hiernach entweder in Nervenzellen des Rückenmarks sich einsenken, um hier zu endigen, d. h. durch sie mit den übrigen Fasersystemen des Rückenmarks in Verbindung zu treten, oder aus dem Rückenmark heraustreten, in die vorderen Nervenwurzeln der entsprechenden oder der entgegengesetzten Seitenhälfte übergehen und peripherisch weiter verlaufen.

3) Aus Fasern, die vom Gehirn entspringen, und in die verschiedenen weissen Stränge des Rückenmarks eintreten, solche in allen Höhen des Rückenmarks vorzugsweise als Längsfasern constituiren, und schliesslich in eine Nervenzelle der grauen Substanz sich einsenken, um hier zu endigen, d. h. durch diese Nervenzellen mit den übrigen Fasersystemen des Rückenmarks sich in Verbindung zu setzen.

Betrachten wir nun das Verhalten der Nervenzellensäulen und der Nervenprimitivfasern genauer.

A. Die Nervenzellensäulen des Rückenmarks. [52]) Sie unterscheiden sich 1) in eine vordere, welche die grauen Vorderhörner (C. a, Taf. XXIX, Fig. 1), und 2) in eine hintere, welche die grauen Hinterhörner (inclusive der Substantia gelatinosa) der Hauptsache nach constituiren helfen (C. p).

a. Die vordere Säule der Nervenzellen zeigt in verschiedenen Höhen des Rückenmarks zwar eine verschiedene Form und eine verschiedene Zahl von Nervenzellen; doch kann in allen Schichten angenommen werden, dass für ein jedes Gebiet des Rückenmarks, aus welchem eine Spinal-Nervenwurzel entspringt, die Nervenzellen dieser Säule folgendes Verhalten zeigen:

1) Eine Categorie von Nervenzellen (a) sendet Fasern aus, welche in horizontaler, oder fast horizontaler, Richtung in die vorderen Spinal-Nervenwurzeln (R. a. I, II, III), übergehen; sie bildet gleichsam die intraspinalen Ursprungsstellen für die vorderen Nervenwurzeln [analog den hinteren Spinal-Nervenwurzelganglien (g, g′ g″), deren Nervenzellen als die Ursprungsstätten für die hinteren Nervenwurzeln (R. p. I, II, III), betrachtet werden müssen]. Diese Fasern bilden die in horizontalen oder fast horizontalen Ebenen verlaufenden Fasern der (grauen und) weissen Vorderstränge (F. a), oder die horizontal laufenden Theile der centralen Bahnen vorderer Spinal-Nervenwurzeln.

2) Eine zweite Categorie von Nervenzellen (b) sendet Fasern (3, 3′, 3″, 3*) aus, die in schräger Längsrichtung abwärts, in kürzerer oder längerer Strecke, durch die (grauen und) weissen Vorderstränge verlaufen, und in eine vordere Nervenwurzel des nächst benachbarten, oder noch weiter nach unten entfernten resp. aus dem Rückenmark austretenden, Spinalnerven übergehen (R. a. 3*). Diese Fasern bilden zum Theil die in schräger Richtung von oben nach unten verlaufenden Fasern der (grauen und) weissen Vorderstränge, resp. Theile der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln.

3) Eine dritte Categorie von Nervenzellen (c) sendet Fasern (2, 2′, 2″, 2*, 2**) aus, die in schräger Längsrichtung aufwärts, in kürzerer oder längerer Strecke, durch die (grauen und) weissen Vorderstränge verlaufen, und in eine vordere Nervenwurzel des nächstbenachbarten höheren, oder

[52]) Man vergleiche hier, wie zu dem Folgenden, das Schema eines Längsabschnitts des Rückenmarks, Fig. 1 auf Taf. XXIX, und auch die Taf. XXX.

noch weiter nach oben entfernten (höher aus dem Rückenmark austretenden), Spinalnerven übergehen (R. a. 2*). Diese Fasern bilden zum Theil die, in schräger Richtung von unten nach oben verlaufenden, Fasern der (grauen und) weissen Vorderstränge, resp. Theile der centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln.

4) Eine vierte Categorie von Nervenzellen (d) sendet Fasern (17) aus, welche in unregelmässigem Laufe durch die vordere oder hintere Commissur hindurch gehen, und sich mit Nervenzellen, resp. Nervenprimitivfasern, der nämlichen Horizontalebene, oder verschiedener höher oder tiefer gelegener Ebenen, der entsprechenden oder der anderen entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks in Verbindug setzen. Diese Fasern bilden zum Theil die (vorderen und hinteren) Commissuren.

5) Eine fünfte Categorie von Nervenzellen (e) sendet Fasern (1, 1′ 1″ 1*) aus, welche anfangs in unregelmässiger verschiedener Richtung in die weissen Vorder- oder Seitenstränge eintreten, hier angelangt aber die longitudinale (der Axe des Rückenmarks parallele) Richtung annehmen und in ununterbrochener Continuität aufwärts durch die sämmtlichen höheren Rückenmarksgebiete hindurch zum Gehirn laufen. Diese Fasern bilden die Hauptmasse der der Axe des Rückenmarks parallel laufenden Längsfasern der weissen Vorderstränge und des vorderen grösseren Theils der weissen Seitenstränge des Rückenmarks. Sie bilden das intermediäre Fasersystem, welches die Verbindung zwischen dem Gehirn und den motorischen Nerven herstellt. Diese Fasern bilden aber auch, während sie von der betreffenden Nervenzelle an in schiefen Winkeln zur Axe des Rückenmarks verlaufen, schräglaufende Längsfasern der Vorderstränge und Seitenstränge [53]).

6) Eine sechste Categorie von Nervenzellen (f) sendet Fasern (10) aus, welche in horizontaler, oder der horizontalen mehr oder weniger nahe stehenden Ebene von vorn gerade nach hinten verlaufen, durch die grauen Hinterhörner (C p) und die weissen Hinterstränge (F p) quer oder schräg hindurchtreten, hier mit Nervenzellen in Verbindung kommen, oder nicht, und dann mit einer Faser der hinteren Nervenwurzel (R. p. 10), resp. mit einer Nervenzelle des entsprechenden Spinalganglions (G, s) in Verbindung treten, wovon alsbald genauer geredet werden soll.

7) Eine siebente Categorie von Nervenzellen (g) sendet Fasern (13) aus, welche in verschiedener, gerader oder geschlängelter, Richtung in den grauen Vorderhörnern abwärts verlaufen, und die Nervenzellen (h) der nächstbenachbarten, resp. entfernteren, tieferen Rückenmarksgebiete mit einander in Verbindung setzen. Diese Fasern bilden zum wesentlichen Theile die den grauen Vorderhörnern eigenthümlichen Nervenprimitivfasern.

8) Eine achte Categorie von Nervenzellen (h) sendet Fasern (13) aus, welche in verschiedener gerader oder geschlängelter Richtung in den grauen Vorderhörnern aufwärts verlaufen, und die Nervenzellen der nächstbenachbarten (resp. entfernteren) höheren Rückenmarksgebiete mit einander in Verbindung setzen. Auch diese Fasern helfen, wie die sub 7 bezeichneten, die den grauen Vorderhörnern eigenthümlichen Nervenprimitivfasern zum wesentlichen Theile bilden.

Alle diese hier als Categorien von Nervenzellen aufgestellten Distinctionen sind aber nicht in solcher Weise als von einander unterschieden zu betrachten, als wäre jede Nervenzelle der einen Categorie nur ausschliesslich dazu bestimmt, die eine specielle Nervenprimitivfaser abzugeben, ohne

[53]) Ich habe diese Gattung von Fasern hier als entsprungen von Nervenzellen des Rückenmarks bezeichnet, obwohl — zur besseren Distinction — diese Fasern als in den betreffenden Nervenzellen endigend angesehen werden müssen, weil sie in's Gehirn eintreten, resp. aus diesem herabkommen, und als eigentliche Gehirnfasern, die in's Rückenmark hinabgehen, anzusprechen sind und im Folgenden auch so von mir angesprochen werden. Indessen ist es — streng genommen — bei der schematischen Betrachtung der morphologischen Verhältnisse einer zwischen zwei Nervenzellen verlaufenden Strecke einer Nervenprimitivfaser ganz gleich, ob ich die höher gelegene Nervenzelle als Ursprungsort und die niedriger gelegene als Endigungspunkt derselben bezeichne, oder umgekehrt. Nur die physiologische Dignität der höher gelegenen Nervenzelle, welche die Nervenprimitivfaser mit der bewussten Seele in Verbindung setzen hilft, giebt ihr gewissermassen das Recht, als Ursprungsort dieser Nervenprimitivfaser bezeichnet zu werden.

mit einer andern Faser in Verbindung zu stehen. Im Gegentheil ist es sicher, dass eine und die nämliche Nervenzelle mehreren in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fasern den Ursprung geben, oder mehrere, von verschiedenen Richtungen her kommende Nervenprimitivfasern in sich aufnehmen oder vereinigen kann.

Alle diese verschiedenen Nervenzellen stehen durch die von ihnen ausgehenden Nervenprimitivfasern oder durch breite oder schmale Nervenzellen-Fortsätze mit einander in Verbindung.

b. Die hintere Säule der Nervenzellen zeigt, wie die vordere, in verschiedenen Höhen des Rückenmarks in der Regel eine verschiedene Zahl von Nervenzellen; jedoch kann auch hier angenommen werden, dass in einem jeden Rückenmarksgebiete, aus welchem eine Spinal-Nervenwurzel entspringt, diese Nervenzellen folgendes Verhalten zeigen:

1) Eine Categorie von Nervenzellen (i) sendet Fasern (8^a, 8) aus, welche in horizontalen, oder der horizontalen mehr oder minder nahe stehenden Ebenen gerade nach hinten verlaufen, durch die grauen Hinterhörner (c. p.) hindurch in die weissen Hinterstränge (F. p.) eintreten, und, nachdem sie auch diese (und zum Theil auch die hintersten Schichten der Seitenstränge) quer durchsetzt haben, in eine Nervenprimitivfaser (8) der hinteren Spinal-Nervenwurzel (R. p.) übergehen, resp. in eine dieser Nervenprimitivfaser zugehörige oder entsprechende Nervenzelle (u) des Spinalganglions (G) eintreten. Diese Fasern bilden zum Theil die in querer Richtung durch die grauen und weissen Hinterstränge, so wie durch den hinteren Theil der Seitenstränge verlaufenden Fasern, resp. centralen hinteren Nervenbahnen.

2) Eine zweite Categorie von Nervenzellen (k) sendet Fasern (6, 6^a, 6^b, 6^c) aus, welche in verschiedener Richtung die grauen Hinterhörner durchlaufen, dann aber in die weissen Hinterstränge eintreten, in diesen, und zum Theil in den hintersten Schichten der Seitenstränge, in kürzeren oder längeren Strecken aufwärts verlaufen, um endlich in schräger, der horizontalen naher Richtung aus dem Rückenmark auszutreten, und in die hintere Wurzel (R. p. 6) der nächstbenachbarten, oder entfernteren, höher austretenden, Spinalnerven überzugehen, resp. mit einer Nervenzelle (o) des entsprechenden Spinalganglions (G) in Verbindung zu kommen. Diese Fasern bilden einen Theil der schräg laufenden Längsfasern der (grauen und) weissen Hinterstränge (resp. hintersten Lagen der Seitenstränge), resp. der centralen hinteren Nervenbahnen.

3) Eine dritte Categorie von Nervenzellen (l) sendet Fasern (7, 7^a, 7^b, 7^c) aus, welche in verschiedener Richtung durch die grauen Hinterhörner verlaufen, dann in die weissen Hinterstränge, resp. in die hinteren Lagen der Seitenstränge, eintreten, hierin in schräger Längsrichtung abwärts verlaufen, und dann in schräger oder mehr oder minder horizontaler Richtung aus dem Rückenmark austreten, um in die hintere Wurzel (R. p. 7) der nächstbenachbarten oder entfernteren, tiefer austretenden, Spinalnerven überzugehen, resp. mit einer Nervenzelle (w) des entsprechenden Spinalganglions (G) sich zu verbinden. Auch diese Fasern bilden einen guten Theil der schräg laufenden Längsfasern der (grauen und) weissen Hinterstränge, resp. des hintersten Theils der Seitenstränge, resp. der centralen hinteren Nervenbahnen.

4) Eine vierte Categorie von Nervenzellen (m) sendet Fasern (5, 5^a, 5^b, 5^c) aus, welche in verschiedenen Richtungen durch die grauen Hinterstränge verlaufen, dann schräg rückwärts laufend in die weissen Hinterstränge, oder in den hinteren Theil der Seitenstränge, übergehen, und, hier angelangt, in verticaler, oder fast verticaler, d. h. der Axe des Rückenmarks paralleler, Richtung aufwärts durch die sämmtlichen höheren Rückenmarksgebiete in ungetrennter Continuität hindurch sich bis in's Gehirn erstrecken. Diese Fasern bilden die Hauptmasse der der Axe des Rückenmarks parallel laufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge und des hinteren Theils der Seitenstränge. Sie constituiren das intermediäre Fasersystem, welches die Verbindung zwischen dem Gehirn und den hinteren Nervenwurzeln bewirkt. Sie bilden zum Theil auch quer- und schräglaufende Fasern der grauen

Hinterhörner in den Strecken zwischen dem Abgangspunkt von der Nervenzelle und demjenigen Punkte, von welchem an sie longitudinal verlaufen.

5) Eine fünfte Categorie von Nervenzellen (n) sendet Fasern aus (11, 11*, 21), welche sowohl die benachbarten oder entfernten Nervenzellen dieser hinteren Säule des nämlichen, oder des höheren oder tieferen, Nervengebiets mit einander in Verbindung setzt, als auch in die verschiedenen, zu der vorderen Säule des entsprechenden oder benachbarten Rückenmarksgebiets gehörenden, Nervenzellen in der nämlichen oder der entgegengesetzten Seitenhälfte eintritt. Diese Fasern bilden den Haupttheil der den grauen Hinterhörnern eigenthümlichen Nervenprimitivfasern, so wie einen Theil der Commissurenfasern.

Alles was von der Verschiedenheit der Categorieen der, die vorderen Nervenzellen-Säulen bildenden, Nervenzellen gesagt worden ist, gilt auch von denen der hinteren Nervenzellen-Säulen. Desgleichen muss angenommen werden, dass auch die sämmtlichen Nervenzellen in den hinteren Nervenzellen-Säulen sowohl unter einander, wie mit den Nervenzellen der vorderen Säulen in Verbindung stehen.

Die hier bezeichneten Faserursprünge gelten selbstverständlich nur von den grossen und mittelgrossen Nervenzellen der grauen Hinterhörner und gelatinösen Substanz, von denen es sicher ist, dass sie Nervenprimitivfasern den Ursprung geben, resp. mit diesen zusammenhängen. Die Ausläufer der kleinsten Nervenzellen der Substantia gelatinosa Rolando (wie derjenigen der Substantia gelatinosa centralis und in der übrigen grauen Substanz) aber, welche (jeder Ausläufer allein betrachtet) nicht als vollständige Nervenprimitivfasern angesprochen werden können, sondern nur als Elemente von Nervenprimitivfasern, aus deren Verbindung erst eine Nervenprimitivfaser zu Stande gebracht werden kann, kommen bei dieser schematischen Uebersicht nicht in Betracht, weil uns die Bedeutung der Substantia gelatinosa, d. h. ihrer Zellen und Fasern, bis auf den heutigen Tag noch so gut wie gänzlich unbekannt ist.

Mit vorstehender Betrachtung der Nervenzellen und ihrer Ausläufer ist, streng genommen, auch gewissermaassen schon das ganze, oder fast das ganze, Fasersystem des Rückenmarks, in der Richtung von der grauen Substanz nach der weissen hin, resp. vom Centrum des Rückenmarks gegen seine Peripherie, dargestellt; jedoch will ich, zur deutlicheren Darlegung, die Betrachtung des Rückenmarks-Baues von dessen Fasersystem aus, also die Zusammensetzung des Rückenmarks von dessen Peripherie gegen sein Centrum hin, d. h. in der Richtung von der weissen Substanz gegen die graue hin, anfügen.

B. Die Nervenprimitivfasern des Rückenmarks. In einem jeden Rückenmarks-Gebiete, aus welchem ein Spinalnerv seinen Ursprung nimmt, haben wir hauptsächlich drei Gattungen von Nervenprimitivfasern zu unterscheiden:

1) solche Fasern, welche nur dem einen betreffenden Gebiete angehören, und in keines der benachbarten höheren oder tieferen Gebiete übergehen; man könnte sie als Localfasern bezeichnen;

2) solche Fasern, welche in die nächstbenachbarten 2—5 höheren oder niederen Gebiete des Rückenmarks sich erstrecken; diese könnten als Provinzial-Fasern bezeichnet werden; und

3) solche Fasern, welche von dem betreffenden Gebiete aus durch die sämmtlichen höheren Rückenmarksgebiete hindurch, in ununterbrochener Continuität, sich bis in's Gehirn erstrecken. Diese Fasern könnten als Universal-Fasern des Rückenmarks bezeichnet werden; ich nenne sie aber im Folgenden stets oder meist: Cerebralfasern.

Alle diese Fasern haben einen verschiedenen Lauf, und bilden an den verschiedenen Punkten ihres Verlaufs in einem jeden Rückenmarks-Gebiete die verschiedenen Längs-, Schräg- und Querfasern der (grauen und) weissen Vorder-, Seiten- und Hinterstränge.

a. Die Vorderstränge.

1) Die Längsfasern der Vorderstränge, welche mit der Axe des Rückenmarks parallel laufen (F. a. 1, 2, 3) werden gebildet: aa) von den Ausläufern (1) der sub 5 beschriebenen Categorie der Nervenzellen (e) der vorderen Nervenzellen-Säule. Diese Fasern laufen durch alle höheren Rückenmarksgebiete aufwärts in's Gehirn, und bilden das intermediäre Fasersystem zwischen Gehirn und motorischen Nervenwurzeln, resp. die Cerebral-Fasern der Vorderstränge. bb) Von den Ausläufern (2, 3) der sub 2 und 3 beschriebenen Nervenzellen (b, c) derselben Vordersäulen (Provinzial-Fasern).

2) Die Schrägfasern (Längsfasern) der Vorderstränge werden von denjenigen Strecken der nämlichen, vorstehend sub 1 bezeichneten, Nervenzellen-Ausläufern gebildet, die zwischen dem Abgangspunkt von der Nervenzelle und demjenigen Punkte liegen, von welchem an ihre verticale Richtung beginnt (Local- und Provinzial-Fasern).

3) Die Querfasern der Vorderstränge werden zum Theil von den Ausläufern (R. a. i) der sub 1 beschriebenen Nervenzellen (a) [Localfasern], zu einem andern Theile aber von solchen Fasern (9) gebildet, die aus Nervenzellen (t) der Spinalganglien (G, t) entspringen, und das ganze Rückenmark (weisse und graue Hinterstränge, Commissuren etc.) in querer Richtung durchsetzen, um in eine vordere Nervenwurzel (R. a.*) überzugehen (Localfasern).

b. Die Hinterstränge.

1) Die Längsfasern, welche mit der Axe des Rückenmarks parallel laufen, werden gebildet: aa) von den Ausläufern (5) der sub 4 beschriebenen Categorie der Nervenzellen (m) der hinteren Nervenzellen-Säule des Rückenmarks. Es entsteht hierdurch das intermediäre Fasersystem zwischen Gehirn und sensitiven Nervenwurzeln, oder das System der Universal- oder Cerebral-Fasern der weissen Hinterstränge. bb) Von den Ausläufern (6, 7) der oben sub 2 und 3 beschriebenen Nervenzellen (k, l) der hinteren Nervenzellen-Säule des Rückenmarks, resp. von den Ausläufern (6,7) derjenigen peripherischen Nervenzellen (o, w), welche aus dem Spinalganglion (G) kommen, einen Theil der hinteren Nervenwurzeln (R. p. 6, 7) bilden, die nach ihrem Eintritt in's Rückenmark in kürzerer oder längerer Strecke auf- oder abwärts, mit der Axe des Rückenmarks mehr oder weniger parallel, laufen, um nachher sich in der grauen Substanz, bogenförmig umbeugend, in eine Nervenzelle einzusenken (Local- und Provinzial-Fasern).

2) Die Schrägfasern (Längsfasern) der Hinterstränge werden von denjenigen Strecken der vorstehend (sub aa. und bb.) bezeichneten Nervenprimitivfasern gebildet, die zwischen dem Abgangspunkt von der betreffenden Nervenzelle und demjenigen Punkte befindlich ist, mit welchem ihre verticale Richtung beginnt (Provinzial- und Local-Fasern).

3) Die Querfasern der Hinterstränge werden gebildet: aa) von den Ausläufern (8[a], 8) der oben sub 1 bezeichneten Categorie der Nervenzellen (i) der hinteren Nervenzellen-Säule des Rückenmarks, resp. von den Ausläufern (8) der Nervenzellen (u) des entsprechenden Spinalganglions (G), welche als Theile der hinteren Nervenwurzeln (R. p. 8) quer durch die weissen Hinterstränge hindurch in die grauen Hinterhörner eintreten, und hier in eine Nervenzelle sich, gleich einem Endpunkte, inseriren (Localfasern). bb) Von denjenigen Ausläufern (9, 10) der Nervenzellen (s, t) des Spinalganglions (G), welche, Theile der hinteren Nervenwurzeln (R. p. 9, 10) bildend, in das Rückenmark eintreten, quer durch weisse und graue Hinterstränge hindurchgehen, um in Nervenzellen (f) der vorderen Nervenzellen-Säule überzugehen, oder als Nervenprimitivfasern der vorderen Nervenwurzel (R. a.*) auszutreten, ohne mit Nervenzellen des Rückenmarks in Verbindung getreten zu sein (Provinzial- und Localfasern).

c. Die Seitenstränge.

1) Die Längsfasern, welche mit der Axe des Rückenmarks parallel laufen (1, 2, 3) [Provinzial- und Cerebral-Fasern], werden im vorderen und grössten Theil der Seitenstränge von den

Ausläufern derjenigen Categorie der Nervenzellen (b, c, e) gebildet, welche die entsprechenden Längsfasern der weissen Vorderstränge abgeben (s. o.). Die Längsfasern im hinteren (kleineren) Theil der Seitenstränge (5, 6, 7) werden von den Ausläufern derjenigen Categorie der Nervenzellen (k, l, m) gebildet, welche auch die Längsfasern der weissen Hinterstränge (s. o. sub 1 und 2) entsenden (Provinzial- und Universal-Fasern).

2) Die Schrägfasern (Längsfasern) der Seitenstränge in den vorderen und hinteren Schichten werden von den entsprechenden nämlichen Faserstrecken gebildet, wie bei den Vorder- und Hintersträngen (s. o.) angegeben worden ist (Provinzial- und Localfasern).

3) Die Querfasern der Seitenstränge in deren vorderen Schichten werden zum grössten Theile von Ausläufern der sub 5 beschriebenen Categorie der Nervenzellen (e) der vorderen Nervenzellen-Säule des Rückenmarks gebildet (Cerebralfasern), und zwar von der in mehr horizontaler Richtung verlaufenden Strecke dieser Fasern (vor deren Umbeugung in die longitudinale Richtung); anderntheils auch von Ausläufern der übrigen Nervenzellen der Vorderhörner, welche in mehr bogenförmigem Lauf in die vorderen Nervenwurzeln übergehen (R. a., *α.*, *β.* etc.). Die Querfasern in den hinteren Schichten der Seitenstränge werden zum grösseren Theile gebildet von den Ausläufern derjenigen Categorie von Nervenzellen (m) der hinteren Nervenzellen-Säule, welche oben (sub 4) beschrieben worden sind. Ein kleinerer Theil von Querfasern im hinteren Theil der Seitenstränge ist als Theil der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln anzusehen, und als entsprungen aus der oben sub 1, 2 und 3 bezeichneten Categorie der Nervenzellen (i, k, l) der hinteren Nervenzellen-Säule zu betrachten. Endlich muss ein kleiner Theil der Querfasern in den vorderen Schichten der Seitenstränge noch als solcher bezeichnet werden, welcher aus der entgegengesetzten Seitenhälfte des Rückenmarks stammt, und von Fortsetzungen der (von hinteren Nervenwurzel-Fortsetzungen abstammenden) Commisurenfasern (vorderer wie hinterer) gebildet wird, die auf weiteren Umwegen schliesslich in die vorderen Nervenwurzeln übergehen.

Fassen wir das vorstehend aufgeführte Schema kurz zusammen und beginnen wir die Analyse des Rückenmarks-Baues mit den Nervenprimitivfasern desselben, so lassen sich folgende Hauptpunkte hervorheben:

A. Die Nervenprimitivfasern des Rückenmarks (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) kommen von drei verschiedenen Orten:

a. vom Gehirn. Dies sind Fasern (1, 5), die im Rückenmark enden;

b. von peripherischen Ganglien. Dies sind Fasern (6, 7, 8, 9, 10 etc.) aus den Spinalganglien (G), die im Rückenmark enden, oder nur durch dasselbe hindurch und als Theile vorderer Nervenwurzeln austreten (*);

c. von Nervenzellen des Rückenmarks. Dies sind Fasern, welche entweder aus dem Rückenmark austreten, um als Theile vorderer Nervenwurzeln zur Peripherie zu laufen (R. a. 2, 3, 4, *α*, *β*, *γ*, *δ* etc.), oder im Rückenmark als Commissuren-Fasern bleiben (11—19).

I. Die Nervenprimitivfasern der weissen Substanz treten in allen Strängen in vier Formen auf, als:

1) Längsfasern, die von dem tiefsten Punkte des Rückenmarks, den sie berühren, resp. von einer Nervenzelle an, durch das ganze übrige Rückenmark aufwärts, der Axe des Rückenmarks parallel, in Continuität zum Gehirn verlaufen (Cerebral-Fasern, intermediäre Fasern zwischen hinteren und vorderen Spinal-Nervenwurzeln) [1, 1′, 1″, 5^a, 5^b, 5^c].

2) Längsfasern, die nur in einem oder mehreren benachbarten Spinal-Nervengebieten des Rückenmarks, der Axe des letzteren parallel, auf- oder abwärts verlaufen (2, 3, 6, 7) [peripherische Fasern und Rückenmarks-Fasern], nicht aber in's Gehirn treten, sondern in eine Nervenzelle der grauen Substanz des Rückenmarks sich inseriren, resp. darin endigen, und die zum Theil als Commissurenfasern

zwischen verschiedenen höheren und niederen Rückenmarks-Gebieten, resp. Nervenprimitivfasern und Nervenzellen anzusehen sind.

3) Querfasern, die nur in benachbarten Horizontalebenen eines einzigen Nervengebiets, oder in den Gränzschichten zweier benachbarter Nervengebiete des Rückenmarks verlaufen (4, 8, 9, 10 etc.) [Rückenmarksfasern und peripherische Fasern], alsdann die sub 1 und 2 bezeichneten Längsfasern in rechten oder schiefen Winkeln durchkreuzen, und in Nervenwurzeln übergehen.

4) Schräglaufende Fasern (meistens schräge Längsfasern), welche nur Abtheilungen der sub 1 und 2 genannten Fasern sind, indem die aus einer Nervenzelle des Rückenmarks austretende Faser nicht sogleich die der Axe des Rückenmarks parallele Richtung hat, sondern erst einen kurzen oder langen Bogen durchläuft, bevor sie die bezeichnete longitudinale Richtung erlangt. Diese Strecke des bogenförmigen Laufs, oder die Umbeugungsstrecke der Nervenprimitivfaser bildet oder repräsentirt die schräglaufende Faser.

II. Die Nervenprimitivfasern der grauen Substanz treten in folgenden Formen auf, als:

1) Längsfasern, die nur innerhalb eines einzigen, oder weniger benachbarter Nervengebiete des Rückenmarks verlaufen, und dann in andere Richtungen umbeugen (Fortsetzungen von Cerebral-, Ganglien-, Rückenmarks-Fasern), resp. der sub 1 und 2 bezeichneten Fasern der weissen Substanz (2, 3, 6, 7).

2) Querfasern, welche durch die ganze Dicke des Rückenmarks hindurchtreten, und nur in benachbarten Horizontalebenen eines einzigen Nervengebiets, oder in den Grenzschichten zweier benachbarten Nervengebiete, des Rückenmarks verlaufen (Fortsetzungen der sub 3 bezeichneten Fasern der weissen Substanz, Rückenmarks- und Ganglienfasern), [9, 10].

2) Schräglaufende Fasern, welche die verschiedensten Richtungen annehmen, und welche theils als die Umbeugungs-Strecken der verschiedenen sub 1 bezeichneten Fasern anzusehen sind, theils als eigenthümliche Fasern der grauen Substanz (intermediäre Fasern zur Verbindung ferner oder benachbarter Nervenzellen, resp. Nervenprimitivfasern) einer Seitenhälfte (11—19).

III. Die Nervenprimitivfasern der Commissuren. Dieselben treten in den Commissuren selbst nur als Querfasern auf, welche aus einer Seitenhälfte des Rückenmarks in die andere übergehen; sind sie aber in der entgegengesetzten Seitenhälfte angelangt, so nehmen sie die verschiedensten Richtungen an und treten in verschiedene Ebenen des betreffenden oder ganz benachbarter Nervengebiete des Rückenmarks über, und endigen in Nervenzellen der grauen Substanz, oder treten in vordere, resp. hintere Nervenwurzeln ein. Sie sind theils unmittelbare Fortsetzungen der sub 3 bezeichneten Fasern der weissen, resp. der sub 2 bezeichneten Fasern der grauen Substanz. Sie bilden zum Theil ein intermediäres Fasersystem zur Verbindung der verschiedenen Fasern beider Seitenhälften in gemeinschaftlichen Nervenzellen, anderntheils repräsentiren sie nur diejenigen Strecken der sub 3 bezeichneten, von der Peripherie herkommenden, Fasern der weissen Substanz, welche in die der Eintrittsstelle entgegengesetzte Seitenhälfte des Rückenmarks übergehen, resp. als hintere Nervenwurzeln in das Rückenmark ein-, und als Theile der vorderen Nervenwurzeln der anderen Seitenhälfte austreten.

B. Die Nervenzellen des Rückenmarks. Sie bilden in jeder Rückenmarkshälfte zwei Hauptsäulen:

I. Die vordere Säule der Nervenzellen (in den grauen Vorderhörnern), in den verschiedenen Rückenmarkshöhen verschieden geformt, und verschieden reichhaltig an Nervenzellen, bietet in jedem Nervengebiete des Rückenmarks folgende Categorieen von Nervenzellen:

1) Nervenzellen (a, b, c), welche [54]) Ausläufer (d. h. Nervenprimitivfasern) in die vorderen Nervenwurzeln aussenden (Quer-, Längs- und Schrägfasern der weissen und grauen Vorderstränge).

2) Nervenzellen (e), welche Ausläufer in das Gehirn abgeben, Längsfasern der (grauen und) weissen Vorderstränge, sowie des grössten Theils der Seitenstränge (vordere und mittlere Lagen), intermediäres Fasersystem zwischen Gehirn und vorderen Spinal-Nervenwurzeln [55]).

3) Nervenzellen (d, h), welche Ausläufer in benachbarte höhere Schichten des Rückenmarks der entsprechenden oder entgegengesetzten Seitenhälfte aussenden (Provinzial-, und Localfasern zur Bildung von Commissuren zwischen näheren oder ferneren Nervenzellen, sowie zum Theil der Commissura anterior und posterior selbst), wo sie in Nervenzellen eintreten [56]).

4) Nervenzellen (g), welche Ausläufer in benachbarte niedere Schichten des Rückenmarks der entsprechenden oder der entgegengesetzten Seitenhälfte aussenden (zu gleichem Zwecke, wie die sub 3 bezeichneten Nervenzellen), wo sie in Nervenzellen enden [57]).

5) Nervenzellen (f), welche Ausläufer nach hinten senden, um sich mit Nervenzellen der hinteren Nervenzellen-Säule, oder mit Nervenzellen der Spinalganglien in Verbindung zu setzen (Quer- und schräglaufende Local- und Provinzial-Fasern der grauen Substanz, Theile der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln) [58]).

II. D i e h i n t e r e S ä u l e der Nervenzellen (in den grauen Hinterhörnern, einschliesslich der Substantia gelatinosa R o l a n d o und centralis), in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks verschieden geformt und verschieden reichhaltig an Nervenzellen, bietet in jedem Nervengebiet des Rückenmarks folgende Categorieen von Nervenzellen:

1) Nervenzellen (i, k, l), welche Ausläufer in die hinteren Nervenwurzeln senden, d. h. sich mit einer Nervenzelle des entsprechenden oder benachbarten, resp. entfernteren, Spinalganglions in Verbindung setzen (sie bilden Quer-, Schräg- und Längsfasern der grauen und weissen Hinterstränge, resp. des hinteren Theils der Seitenstränge, resp. Theile der centralen hinteren Nervenbahnen) [59]).

2) Nervenzellen (m), welche Ausläufer in das Gehirn abgeben (Längsfasern der grauen und weissen Hinterstränge, so wie des hinteren Theils der Seitenstränge, intermediäres Fasersystem zwischen Gehirn und hinteren Nervenwurzeln) [60]).

3) Nervenzellen (n), welche Ausläufer nach den verschiedensten Richtungen aussenden, zur Verbindung der verschiedenen Nervenzellen beider Nervenzellen-Säulen der nämlichen wie der entgegengesetzten Seitenhälfte (Quer-, Schräg- und Längsfasern der grauen Substanz, Theile der hinteren und vorderen Commissur) [61]).

Die zahlreichen genannten und anderweiten Verbindungen der nahen und fernen Nervenzellen unter einander, die Kreuzungen der in verschiedenen Richtungen verlaufenden Nervenprimitivfasern, die Verbindung der Nervenprimitivfasern untereinander und mit Nervenzellen durch ihre Fasern der feinsten Gattung (Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen), die Verbindung aller dieser Theile mit anderen accessorischen Formelementen (Blutgefässen, Lymphgefässen, Bindegewebe) bilden das eigenthümliche Gewebe des Rückenmarks aller Wirbelthierclassen.

[54]) Diese Categorie umfasst die Categorieen 1–3, welche oben (p. 1121) bei dem ausführlichen Schema bezeichnet worden sind, und welche ich, der Kürze wegen, hier zusammengefasst habe.

[55]) Diese Categorie ist identisch mit der oben (p. 1122) sub 5 bezeichneten Categorie von Nervenzellen.

[56]) Diese Categorie ist identisch mit der oben (p. 1122) sub 4 und 8 bezeichneten.

[57]) Identisch mit der oben, p. 1122, sub 7 bezeichneten Categorie.

[58]) Diese Categorie ist identisch mit der oben (p. 1122) sub 6 bezeichneten Categorie von Nervenzellen.

[59]) Diese Categorie von Nervenzellen ist identisch mit der oben (p. 1124) sub 5 bezeichneten Categorie.

[60]) Diese Categorie von Nervenzellen ist identisch mit der oben (p. 1123) sub 4 bezeichneten Categorie.

[61]) Diese Categorie von Nervenzellen ist identisch mit den oben (p. 1123) sub 1, 2 und 3 bezeichneten Categorieen von Nervenzellen der hinteren Nervenzellen-Säule, welche ich hier, der Kürze wegen, zusammengefasst habe.

Wenn man dieses Schema einer strengen Prüfung unterzieht, so wird dasselbe gewiss Unvollkommenheiten zeigen, und in vieler Beziehung nicht als durchaus mit der Natur übereinstimmend gefunden werden. So wird man bemerken, dass — nach allen bisherigen Erfahrungen — das aufgestellte Schema zwar in Bezug auf das Rückenmark des Menschen, der Säugethiere und der Vögel Geltung beanspruchen könne, aber bei dem Rückenmark der Fische schon auf Schwierigkeiten stosse. So könnte man einwerfen, dass bei Fischen und Amphibien (Fröschen) eine hintere Nervenzellen-Säule nicht in der von mir bezeichneten Form existire. Ich gebe dieses theilweise zu, indem bei den genannten Thierclassen die grossen Nervenzellen nicht in der so ausgezeichnet hervortretenden Form wie bei Säugethieren gefunden werden. Bei Petromyzon findet man diese hintere Nervenzellen-Säule zwar ausgezeichnet repräsentirt durch die colossalen Nervenzellen zu beiden Seiten des Centralcanals in der ganzen Länge des Rückenmarks; nicht so bei vielen anderen Fischen. Hier muss aber die den grauen Hinterhörnern und der gelatinösen Substanz entsprechende Parthie des Rückenmarks (d. h. die darin befindlichen kleinen Nervenzellen) als Repräsentant der bezeichneten hinteren Säule angenommen werden. Und wenn die betreffenden Nervenprimitivfasern, welche bei den höheren Wirbelthierklassen als von den verschiedenen Categorieen der Nervenzellen der hinteren Säulen ausgehend wahrgenommen wurden, bei vielen Fischen und Amphibien nicht als von einzelnen Nervenzellen ausgehend gefunden werden können, so muss man annehmen, dass diese Nervenprimitivfasern durch Ausläufer mehrerer kleiner Nervenzellen zusammengesetzt werden. Jedenfalls bleibt an diesem Schema, dessen gröbste Umrisse nur als richtig gelten können, noch vieles zu verbessern den künftigen Forschern vorbehalten. Ein vollkommnes, allen Anforderungen entsprechendes Schema zu geben, finde ich mich nicht im Stande, wie ich denn auch glaube, dass zur Aufstellung eines solchen die Zeit noch nicht gekommen ist.

* *
*

Die vorstehenden schematischen Darstellungen, sehr vereinfacht in folgender Form dargestellt, könnten vielleicht als gutes Hülfsmittel zum leichteren Verständniss dienen. Man vergleiche Taf. XXIX, Fig. 2.

Denkt man sich in jedem Spinalnervengebiet des Rückenmarks statt zweier verschiedener Nervenzellensäulen nur eine einzige Nervenzelle, also eine vordere, a, und eine hintere, b, desgleichen statt eines Spinalganglions nur eine einzige Nervenzelle, c, so würde von jeder der die Vorderhörner-Säulen eines Rückenmarks - Gebietes repräsentirenden Nervenzellen folgende Nervenprimitivfasern ausgehen:

1) Eine Faser, die in's Gehirn aufsteigt (Cerebralfaser) 1, 1′, 1″.

2) Eine aufwärts laufende Provinzialfaser der weissen (und grauen) Vorderstränge und des vorderen Theils der Seitenstränge, 2, 2′, 2, 2^+ u. s. w.

3) Eine abwärts verlaufende Provinzialfaser der (grauen und) weissen Vorderstränge und des vorderen Theils der Seitenstränge, 3, 3^+, 3, 3^+ u. s. w.

4) Eine horizontal in die vordere Nervenwurzel übergehende Faser, 4, 4^+, 4, 4^+ u. s. w., Rückenmarksfaser, die vorstehend bezeichneten (1—3) unter rechten oder fast rechten Winkeln kreuzend, Localfaser.

5) Eine Faser aufwärts, resp. abwärts zur Communication mit den Nervenzellen der höheren oder tieferen Gebiete, 13.

6) Eine Faser nach hinten zur Verbindung mit den Nervenzellen der Hinterhörner, 10.

7 und 8) Eine Faser schräg nach hinten abwärts und aufwärts, zur Verbindung mit Nervenzellen der anderen Seitenhälfte des Rückenmarks in gleichen oder benachbarten Nervengebieten, Fasern der Commissura anterior und posterior, 11, 12.

Eine jede der die Nervensäulen der hinteren Hörner eines Gebiets repräsentirenden Nervenzelle würde folgende Nervenprimitivfasern aussenden:

1) Eine Cerebralfaser der Hinterstränge (incl. des hinteren Theils der Seitenstränge), 6, 6′, 6″.

2) Eine Provinzialfaser aufwärts, 7, 7′, 7, 7′, u. s. w.

3) Eine Provinzialfaser abwärts, 8, 8′, 8, 8′, u. s. w.

4) Eine Faser in die hintere Nervenwurzel, querlaufend, Rückenmarksfaser, 9, 9′, 9, 9′, u. s. w.

5) Eine Verbindungsfaser auf- oder abwärts mit Nervenzellen der benachbarten Gebiete, 14, 14, 14.

6, 7 und 8) Die Verbindungsfasern mit den vorderen Nervensäulen, 10, und die Commissurenfasern, 11, 12, würden als gemeinschaftliche Nervenprimitivfaser-Strecken zwischen vorderen und hinteren Nervenzellensäulen anzusehen sein.

Von den die Nervenzellen des Spinalganglions, das zu jedem der betreffenden Gebiete des Rückenmarks gehört, repräsentirenden Nervenzellen würden folgende Fasern abzuleiten sein:

1) Eine Nervenprimitivfaser, die mit der hinteren Nervenwurzel in das Rückenmark eintritt, die weissen Hinterstränge quer durchsetzt, ebenso die graue Substanz und die weissen Vorderhörner, und in eine vordere Nervenwurzel übergeht, 5, 5+, 5, 5+, 5, 5+.

2) Eine Nervenprimitivfaser, die als Provinzialfaser der weissen Hinterstränge abwärts verläuft, und dann in einer Nervenzelle der grauen Hinterhörner endet (gemeinschaftliche Faserstrecke zwischen Nervenzellen der hinteren Säule des Rückenmarks und dem Spinalganglion), 7′, 7′, 7′, 7′ u. s. w.

3) Eine Nervenprimitivfaser, die als Provinzialfaser der weissen Hinterstränge aufwärts verläuft, und dann in einer Nervenzelle des grauen Hinterhorns endet (gemeinschaftliche Faserstrecke der Rückenmarks- und Ganglien-Nervenzellen, wie vorstehend sub 2 angegeben, 8′, 8, 8′, 8, 8′, 8, u. s. w.

4) Eine Nervenprimitivfaser zur Verbindung mit der Nervenzellensäule des entsprechenden Rückenmarksgebiets, querlaufend (Localfaser; gemeinschaftliche Faserstrecke zwischen der Rückenmarks- und Ganglien-Nervenzelle des gleichen Rückenmarksgebiets).

Durch alle diese vorstehend bezeichneten Nervenprimitivfasern (und Nervenzellen) würden die verschiedenen weissen (und grauen) Stränge des Rückenmarks, die centralen Nervenbahnen, die Commissuren u. s. w. gebildet.

Nach dem Vorausgehenden ist es leicht, sich das Schema des Rückenmarksbaues, wie solches sich auf dem Querabschnitt, resp. der Querdurchschnittsfläche zeigt, zu machen. Ich habe die Mittheilung eines solchen Schema's unternommen (Taf. XXX), obwohl die Bildung der Nervenprimitivfasern der weissen Stränge des Rückenmarks durch die betreffenden Nervenzellenausläufer an einem schematischen Längsschnitt in leicht fasslicher Weise genauer dargelegt werden kann, während an dem schematischen Querschnitt solches kaum dann deutlicher zu machen ist, wenn man die Querschnitte von mehreren Höhen übereinander und die sie verbindenden Fasern zeichnet, was eine weit complicirtere Anschauung giebt.

Historisches und Critisches
über die speciellen Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsmethoden des Rückenmarks.

Da Keiner meiner Vorgänger den Plan einer anatomischen Untersuchung des Rückenmarks, wie solches im Vorausgehenden ausführlich dargelegt worden ist, jemals in der Idee festgestellt, geschweige denn an irgend einem Thiere in Ausführung gebracht hat, so bleibt mir begreiflicher Weise nur sehr Weniges und Fragmentarisches hier mitzutheilen übrig. Die meisten Untersuchungen geschahen an Querdurchschnittsflächen oder Querabschnitten (die aber nicht Schicht für Schicht die Totalität einer Rückenmarks-Provinz, noch viel weniger das ganze Rückenmark umfassten) in verschiedenen Höhen des Rückenmark's, von Carus, Bellingeri, Rolando, Arnold, Clark, Schröder, v. d. Kolk, Schilling, Kölliker, R. Wagner, Bidder, Kupffer, Owsjannikow, Metzler, Bratsch, Ranchner, Jacubowitsch [62]) u. A. Nur wenige Untersuchungen wurden an Längsabschnitten, die in rechten Winkeln auf die Fissuren fielen, ausgeführt (Eigenbrodt, Schilling, Bidder, Owsjannikow u. A.); desgleichen nur sehr untergeordnete Untersuchungen solcher Längsabschnitte, welche, mit den Fissuren parallel, durch das Rückenmark gemacht wurden, angestellt (Kölliker, Bidder u. A.). Da die hauptsächlichsten Resultate, welche mittelst der erwähnten Untersuchungsmethoden gewonnen worden sind, bereits in den historisch-critischen Anhängen zu den verschiedenen Abschnitten des 1. Buchs dieser Schrift, mitgetheilt worden sind, die weniger bedeutenden aber später, in den Nachträgen zu dieser Schrift, zusammengestellt werden sollen, so bleibt nur hier mir noch dasjenige zu besprechen übrig, was an jenen Orten unerwähnt bleiben musste. Es gehört hierhin die historisch-critische Darlegung der über das untere Ende des Rückenmark's bei verschiedenen Thierklassen vorgebrachten Ansichten, und in Betreff des Vogel-Rückenmark's noch die den Sinus rhomboidalis der Sacralanschwellung betreffenden Erörterungen.

1. Die Morphologie und Histologie des Fili terminalis betreffend.

Die über das Wesen und die Elemente des Filum terminale zu verschiedenen Zeiten in der Wissenschaft vorgebrachten Ansichten sind so sehr von einander abweichend, dass man das Studium auch dieses Theils der Geschichte der Morphologie und Histologie wahrhaft eine Geschichte von Irrthümern zu nennen sich veranlasst fühlen kann. Während die Einen dasselbe für einen Nerv ansprachen, hielten es die Andern für ein häutiges Gebilde; besonders in der neuesten Zeit wurde die letztbezeichnete Anschauung gewissermaassen Mode, und das Filum terminale für einen blossen Bindegewebsstrang gehalten. Dass alle diese sich entgegenstehenden Ansichten einen Theil der Wahrheit in sich schliessen,

[62]) Eine Ahnung, dass ein jeder Theil des Rückenmarks seine ganz bestimmte Bedeutung, resp. eine eigenthümliche Organisation haben müsse, ist schon vielfach von älteren, wie von neueren Schriftstellern vor mir ausgesprochen worden. So sagte schon im vorigen Jahrhundert Peter Frank, dass jeder Theil des Rückenmarks, der in einem eigenen Wirbel enthalten ist, als eigenthümliches Centralorgan, oder als eine besondere Nachbildung des Gehirns betrachtet werden müsse (Peter Frank, auserlesene Abhandlungen, XV., p. 267; vergl. auch Burdach, l. c. 1819, p. 264). Dass „jeder Abschnitt des Rückenmarks, aus welchem ein eignes Nervenpaar entspringt, seine eigene Bedeutung habe,“ sagt schon Burdach (1815, l. c., p. 137). Auch Clarke sagte schon 1853 vom Rückenmark: „Every fibre, probably, has his own fixed and appointed course, in accordance with the particular function it is destined to perform“ (Clarke, in: Philosophical Transactions, 1853, p. 356). Dass „jede einzelne Region des Rückenmarks ein bestimmtes Lagerungsverhältniss ihrer Elemente habe, also ihre eigene topograpisch-mikroskopische Anatomie, durch welche sie sich von allen anderen wesentlich unterscheidet,“ hebt Jacubowitsch (1857, p. 14), ganz übereinstimmend mit meinen Erfahrungen, mit Recht hervor.

als absolute Ansichten aber unrichtig sind, geht aus der oben von mir gegebenen Darstellung hervor, und soll in dem Folgenden genauer erörtert werden.

Seitdem Galen[63]) das Filum terminale als einen Theil des untersten Rückenmarksnerven, der unpaarig aus dem Wirbelcanal trete, bezeichnet hatte, huldigten alle Autoren bis auf Vesal's, des grossen Reformators, Zeiten dieser Ansicht. Um nur wenige aus dem 14. und 16. Jahrhundert zu nennen, führe ich Mondini[64]) (de' Luzzi, in Bologna, 1315) an. Er hielt das Filum terminale gleichfalls für einen Nerv. Carl Stephan[65]) spricht sich 1545 über das Filum terminale zwar nicht genauer aus: „Extremum spinalis medullae, in quo nervi et membranae atque adeo ipsae medullae substantia, ad extremum, in infinitos nervorum ramusculos abeunt: unica tantum membrana conclusos, dum ab osse sacro procedunt. Quapropter a quibusdam unicus tantum nervus existimatus est, sine pari appellatus." Immerhin scheint aber hieraus hervorzugehen, dass er das Filum terminale noch für einen Nerven hielt. Die Abbildung, welche er davon giebt, ist nicht deutlich genug. Vesal[66]) war der Erste, welcher, gestützt auf Untersuchungen an menschlichen Leichen, das Filum terminale für einen nicht nervösen Theil erklärte. Vesal (l. c. p. 378) sagt: „Dorsalis vero medullae terminus ex osse sacro procidens, nervus non censetur, neque in ramulos, qui nervorum nomen merentur, cessat, quamquam aliquando illum, jam ex osse sacro decidentem, in tres impense breves surculos diffundi viderim, tunc sacro osse quinque solum ossibus conformato." Es musste diesem grossen, für alle Zeiten als Muster dastehenden, Beobachter, den schon sein Zeitgenosse Falloppia in seinen Werken mit Recht den „divinus Vesalius" nennt, das eigenthümliche, von den Spinalnervenwurzeln des Rückenmarks abweichende Verhalten des Filum terminale gewiss ein triftiger Grund sein, solches nicht mit den Spinalnervenwurzeln zu identificiren. Und hierin hat Vesal die Wahrheit erkannt. Daraus folgte aber noch nicht, dass das Filum terminale eine blos häutige Masse sei. Die damaligen ungenügenden Hülfsmittel der Untersuchung waren nicht geeignet, um schon in histologischer Hinsicht durch Vesal eine genauere Aufklärung über diesen Punkt erlangen zu lassen, und Vesal, welcher erst die ganze Anatomie des Menschen neu zu schaffen hatte, hatte überdies viel Wichtigeres zu thun, als diesem im Ganzen doch nur weniger bedeutenden Punkte eine vorzugsweise Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Thomas Willis[67]) betrachtet (1660) das Filum terminale als einen Nerven. Er bezeichnet die im Ganzen nur skizzenhafte Abbildung des Filum terminale, bei k., als „Nervi osse sacro exeuntes" (in Gemeinschaft mit den Nervis coccygeis). Willis hatte also die Vesal'sche Ansicht unbeachtet gelassen.

Blasius, welcher, kurz nach dem Tode von Willis, eine eigne Abhandlung über das Rückenmark veröffentlichte (1666, l. c.), trug nichts Besonderes zur Aufhellung der vorliegenden Frage bei. Blasius äussert sich über das Filum terminale gar nicht, und er scheint das menschliche Rückenmark, wenn überhaupt jemals, dann doch nur selten, anatomisch untersucht zu haben; denn er sagt selbst von der Fissura anterior, nachdem er solche am Rückenmark von Thieren beschrieben, „..in homine an eadem modo dicto sese exhibeat ignoramus, inquirant nobiscum curiosiores" (Blasius, 1666, l. c. p. 49). Blasius stützt sich meist auf die Arbeiten von Willis[68]).

[63]) Galeni omnia, quae exst. in latin. sermon. convers. Venet. 1556. Fol. III. Sect. I. p. 42; de ossibus, cap. 12.

[64]) Mundini, anatomia, Venet. 1513. fol. 1527. 16; Lips. 1501. 4⁰; Carpi, commentaria, cum amplissimis additionibus super anatomia Mundini, una cum textu ejusdem; Bonon. 1521. 4⁰. p. 479.

[65]) Carol. Stephani, de dissectione partium corporis humani libri tres. Una cum figuris a Stephano Riverio chirurgo compositis. Parisiis, apud Simonem Colinaeum. 1545. Fol. 339.

[66]) Andrae Vesalii, opera omnia, cura H. Boerhaave et B. S. Albini. Lugdun. Batav. 1725. Fol.

[67]) Th. Willis, Cerebri Anat., s. Th. Willis, op. omn. Genevae 1695. 4⁰.

[68]) Wenn Burdach (l. c. 1819, I. p. 267) sagt, dass Blasius es für ungewiss halte, ob das Filum terminale eine Fortsetzung des Rückenmarks sei, oder nicht, so weiss ich nicht, welche Stelle Burdach hier meint; in der bezeichneten Abhandlung von Blasius ist nirgends die Rede vom Filum terminale.

Vieussens kehrte wieder zu Vesal's Ansicht zurück. Das eigentliche Filum terminale hielt nämlich Vieussens (1685) nicht für einen Nerv; er nimmt 30 Spinal-Nervenpaare an, die aus dem Rückenmark entspringen. Die Abbildung, welche Vieussens (Tab. XX, p. 153) giebt, ist zwar in Bezug auf den Endfaden nicht getreu; die Fig. 2 u. 3 zeigen das Rückenmarks-Ende gabelig gespalten; das 30. Nervenpaar (N. Coccygeus) geht rechts und links ab, und zwischen demselben ist das eigentliche Filum terminale von Vieussens gar nicht gezeichnet. Richtiger, obwohl nicht genau, zeichnet Vieussens das Filum terminale auf Tab. XXI, pag. 155 (bei m,m), in Verbindung mit den Nervis coccygeis, jedoch ohne es in der Erklärung (p. 156) anzumerken. Die Blutgefässe dagegen, welche in dem Filum terminale enthalten sind, bildet Vieussens[69]) ab; z. B. Tab. XVIII, Fig. 2, f, f, f. „Canaliculi venosi, admodum exigui ac numerosi, qui in venam spinalem posticam, in quam abeunt, arteriosum quem resorbent sanguinem exonerant“, p. 148. Der mittlere Zweig, f, verläuft ganz übereinstimmend mit dem Filum terminale. Eben so in Fig. 3 (9, 9, 9, 9, 9) „Arteriae spinalis posticae propagines, quae ultimorum trium nervorum spinalium postica principia concomitantur“, p. 149. Ferner auf Tab. XIX, Fig. 1, d, d, d (Vena spinalis antica) und Fig. 3, g, g, g, g (Arteria spinalis antica). Auch auf Taf. XXIX., pag. 232, zeichnet Vieussens in den beiden Figuren, bei I, das Filum terminale, obwohl nicht genau und viel zu kurz, und bezeichnet solches hier „I, Secundi, seu primi proprii medullae spinalis involucri productio, quae in coccyge terminatur“, demnach als Pia mater.

Winslow (1732)[70]) sprach nicht speciell vom Filum terminale, und schien solches wieder für einen Nerven zu halten, indem er an verschiedenen Stellen seiner Schrift „quinque vel sex nervos sacrales“ von dem unteren Theil des Rückenmarks ausgehen lässt.

J. J. Huber[71]) giebt eine vortreffliche Ansicht des Rückenmarks von hinten; darin wird zum ersten Male das Filum terminale treu dargestellt, durch den Dura-mater-Sack hindurch zum Steissbein verfolgt, und hier anscheinend strahlig auseinandergehend (wie bei Burdach nachgezeichnet)[72]). Huber (1741, p. 57) beschreibt das Filum terminale des menschlichen Rückenmarks in folgender Weise: „Apex iste, s. ultimus Medullae spinalis finis non statim in conum convergit, sed elegantem in modum in duas eminentias plerumque, per arctionem in medio praecinctionem distinctas, terminari solet . .“ unacum filamento illo, ex infimo apice per caudam equinam excurrente, et male pro nervo impari a quibusdam habito.“

Huber bezeichnet diese zwei Anschwellungen am Conus medullaris gegen Winslow (Traité de la tête, n. 124), welcher behauptete, dass das Rückenmark conisch zugespitzt ende. Huber fügt aber (p. 58) in einer Note selbst hinzu: „Interim tamen ego medullam rarissime absque una vel altera eminentia, vel intumescentia rotunda in acuminatum apicem, vel in convergentem conum abire, sicque desinere vidi.“

Huber bildet (Fig. 2, d) den Conus medullaris ab als einen mit zwei ungleich dicken, rundlichen Erhabenheiten versehenen Conus von etwa ½ Zoll Länge, bei einem Kinde; er nennt diese

[69]) Vieussens, Neurographia universal. Lugdun. 1685, Fol., p. 146 ff., Tab. XVIII. XIX.

[70]) Winslow, Expositio anatomica structurae corporis humani. Francofurti et Lipsiae, 1753.

[71]) J. J. Huber, de Medulla spinali, 1739, resp. 1741, ic. I.

[72]) Diese Abbildung ist copirt in: A. v. Haller's Icon. anatom., Fasc. I; in: Loder's anat. Tafeln (Tab. CLIX, Fig. 2); in: J. C. A. Mayer's Abhandlung vom Gehirn, Rückenmark und Ursprung der Nerven. Berlin u. Leipzig 1779. 4°. Tab. IX, Fig. 2. Mayer sagt in der Vorrede: „Die Kupfertafel vom Rückenmark ist nach der Haller'schen copirt“, und scheint damals die Originaltafel nicht gekannt zu haben. Erst einige Jahre später, 1794, in der Erklärung seiner „Anatom. Kupfertafeln“, 5. Heft, 1794, 4°., p. 10, wird auch Huber genannt. Ferner in: Chaussier (nennt sich nicht auf dem Titel), Exposition sommaire de l'Encéphale ou cerveau, Paris 1807, 8°., Tab. 5, Fig. 1, welcher p. 182 mittheilt, dass Vicq d'Azyr diese Platte für sein Werk hatte copiren lassen und solche nahezu fertig war, als er starb. Die Platte kam dann in Chaussier's Besitz, und da er sie gut fand, so gebrauchte er sie für sein eignes Werk. Diese Abbildung hat nur wenig Fehler (etwa ⅔ der natürlichen Grösse), der Halstheil ist zu dick gezeichnet, die Brustanschwellung nicht genügend hervorgehoben, sonst musterhaft.

eminentiae: „totae laeves, nulla filamenta nervea dimittentes“ (pag. 2 der Erklärung der Abbildungen), was entschieden unrichtig ist; die verschiedenen Wurzeln der N. coccygei entspringen nicht alle in gleicher Horizontalebene (s. o.). Das Filum terminale nennt Huber (ibid. u. p. 59) ein „ligamentum, ex infimo piae matris apice, cum vasis sanguiferis, hic non expressis, productum, per mediam caudam equinam excurrens, et per infimum durae matris apicem elabens, sicque nervum imparem mentiens, tandem vero in osse coccygis dispersum desinens.“ (Burdach, Arnold u. A. zeichnen die strahlenförmige Ausbreitung des Endes dieses Filum terminale ganz wie Huber). Nach dem Ergebniss meiner Erfahrungen kann ich es nicht mit Huber als Regel betrachten, dass der Conus medullaris zwei so prononcirte Anschwellungen zeige. Dass das Filum terminale aus Gefässen und Pia mater bestehe, ist richtig. Huber wusste aber nicht, dass es auch Nervenelemente enthält.

Haller [73]) bemerkt (p. 254), dass das Filum terminale, obwohl von fast allen älteren Anatomen [74]) als Nervus impar angesehen, doch kein Nerv sei „eihil habet nervei. Vaginula est, ex pia membrana facta, quae arteriolam ex spinali anteriori venamque ex ima medullae appendice accipit, adque imum coccygem defert ejusque membranacea involucra.“

In dieser Aeusserung Haller's liegt ein gutes Stück Wahrheit, in der Hauptsache aber irrt Haller dennoch. Dass die Gefässe und Pia mater die an Masse vorwaltenden Theile der unteren Hälfte der Filum terminale ausmachen, ist sicher gestellt; aber sie sind nicht die ausschliesslichen Bestandtheile; es müssen auch — wenngleich nur einzelne — Nervenprimitivfasern hierin angenommen werden. In dem oberen Drittheil, resp. der oberen Hälfte des Filum terminale aber ist evident mehr Nervenmasse vorhanden als in der unteren, Gefässe und Arachnoidea walten dort weniger an Masse vor.

J. C. A. Mayer [75]) erklärt das Filum terminale für „ein Ligament, welches unten von der harten Rückenmarkshaut nach dem Schwanzbein fortgeht. Die Alten hielten es für einen ungeraden Nerven.“ Ebenso 1794, in seinen anatom. Kupfertafeln, 5. Heft, p. 10.

Das Filum terminale betrachtet A. Monro [76]) als einen Theil der ligamentum denticulatum; er sagt: „Aus dem conischen unteren Enden des Rückenmarks kommt eine Corde hervor, welche bis an das Schwanzbein reichet, und sich daselbst in Fäden zertheilet, die als das Ende des letzten Zahns dieses gezahnten Ligaments angesehen werden können.“

Das Filum terminale wird von Frotscher [77]) als ein Ligament angesehen. „Ligamentum ex infimo piae matris apica productum per mediam caudam equinam excurrit, ubi per infimum durae matris apicem elabitur et nervum imparem mentitur, tandem vero in osse coccygis dispersum desinit.“ Frotscher bildet das Filum terminale ab, in allen seinen Figuren, z. B. Fig. 1, c, „ligamentum nervum imparem mentiens,“ deutlicher in Fig, 2, g, Fig. 3, c. Frotscher fand zwei runde Körper, resp. Anschwellungen am untern Ende des Conus medullaris. „Corpusculum conicum, in quod corpus (des Rückenmarks) finitur, versus finem valde est acutum et plerumque unum vel duo habet courpuscula rotunda.“ Frotscher, l. c. 1788. p. 7. Es mag zuweilen vorkommen, das der Conus medullaris nicht durchaus conisch zugespitzt zuläuft, während er in das Filum terminale übergeht; eine einfache oder doppelte Anschwellung am unteren Ende des Conus habe ich aber in der Regel nie gefunden. Die accessorische, nicht regelmässig vorkommende Anschwellung des Filum terminale bildet Frotscher, l. c. 1788, Fig. II, F, und Fig. 3, bei b, ab, und bezeichnet solche als „corpusculum rotundum acces-

73) Haller, Element. Physiol. Tom. IV. Lausanne 1762.

74) Avicenna, canon. venet. l. 1 p. 18; Rhazes, ad Almansor., L. I. c. 4. op. select. Basel 1544; Vesal, p. 534; C. Stephan, L. I. c. 50; Diemerbroek, p. 513; Eustach, tab. 17. fig. 2; Vieussens, tab. 21; Berretin, tab. 25. k.

75) J. C. A. Mayer, Abhandlung vom Gehirn, Rückenmark etc. Berlin 1779. 4°. Tab. IX. Fig. 2. D. pag. 66.

76) A. Monro, 1787, l. c. p. 23; Tab. VII. Fig. 1, w. x.

77) Descriptio medullae spinalis ejusque nervorum etc., auctore G. C. Frotscher, Erlangae, 1788, Fol., m. 1 Kupfert.

sorium." Ich kann diese Anschwellung nur für eine Varicosität der Blutgefässe des Fili terminalis halten. Was aber von Frotscher als das normale Corpus rotundum des Rückenmarks-Endes gehalten wird, ist nichts anderes als der untere Theil des Conus medullaris selbst.

Gall sprach sich über das Filum terminale 1810 [78]) in folgender Weise aus. Er nimmt am unteren Ende des Rückenmarks zwei Anschwellungen an (mit Huber, Haller etc.) „cependant ces deux renflements sont très visibles dans la moëlle épinière de l'homme, et surtout des enfans, et sont ordinairement situés vers milieu de la seconde vertèbre lombaire." Gall scheint aber keine besondere Aufmerksamkeit auf diesen Theil des Rückenmarks verwendet zu haben. Das Filum terminale des Menschen-Rückenmarks bildet Gall (1810. l. c. Tab. II. Fig. 1. 2) viel zu dick ab; er äussert sich nicht genauer darüber, und scheint solches als den untersten Sacralnerv anzusehen. Das Filum terminale des Kalbs-Rückenmarks bildet Gall (1810. l. c. Tab. II. Fig. 3, 1) ab, als feines Fädchen; er scheint solches für einen Nerv zu halten, drückt sich aber nicht genauer darüber aus.

Das Filum terminale ist nach Keuffel (l. c. p. 140) „sehnigt .. und bestimmt, dem Pferdeschweif .. eine Befestigung an den Knochen zu geben." Keuffel (p. 147) findet keine Anschwellungen am untern Ende des Filum terminale. Während dieser Schüler Reil's also bei Menschen und Säugethieren das Filum terminale als einen nicht nervösen Theil ansah, sprach ein anderer Schüler Reil's bald nachher in Bezug auf das Filum terminale des Vogel-Rückenmarks eine entgegengesetzte Ansicht aus.

Nicolai nämlich fand das Ende des Rückenmarks der Gans von der „Stärke eines Pferdehaars" (l. c. 1812. p. 209).

Carus (1814. l. c. p. 264) konnte die von früheren Autoren am Rückenmarks-Ende angenommenen Anschwellungen nicht finden. Er fand nur bei'm Fötus, dass „an der hinteren Fläche des Rückenmarks ein kleiner Absatz gebildet wird . ." welches „Höckerchen .. an der Wurzel des Rückenmarks-Endfadens .. nur das Aufhören der hinteren oder oberen Faserstränge des Rückenmarks bedeutet." (Tab. VI. Fig. V, c, giebt Carus eine hierhergehörige Abbildung vom Fötus; die von Carus bezeichnete Stelle ist die, an welcher der Centralcanal sich in die hintere Längsspalte öffnet, s. o. p. 1105, ff.) Ueber die Elemente des Endfadens selbst spricht sich Carus nicht genauer aus; er scheint ihn für blos häutig zu halten.

J. F. Meckel hielt 1817 das Filum terminale für eine blos häutige Masse. Er sagt [79]), dass das Rückenmark unter der Lendenanschwellung .. „allmählig dünner wird und mit einer stumpfen Spitze endigt. Meistentheils ist dieses stumpfe Ende einfach, bisweilen aber deutlich doppelt, indem es durch einen flachen Quereinschnitt eingeschnürt wird, wodurch ein Knötchen entsteht. Von dieser Stelle an, welche sich in der Gegend des ersten Lendenwirbels befindet, verschwindet die Nervensubstanz, uad das Rückenmark erscheint von hier an bis zum Ende des Canals der Wirbelsäule nur als ein rundlicher, an seinem oberen Ende etwas beträchtlicherer, in seinem ganzen Verlaufe nicht völlig eine Linie dicker, in mehrere Längenfasern zerlegbarer, aus der Gefässhaut gebildeter Faden, der, zwischen den Anfängen der Nerven der unteren Gliedmaassen verlaufend und von ihnen verborgen, sich bis zum unteren Ende des Canals der Wirbelsäule erstreckt, und hier an die harte Hirnhaut heftet."

Nach Burdach (1819. l. c. p. 147) enthält das Filum terminale oder der Endfaden des Rückenmarks „schon wenn er noch über zwei Zoll unter dem Ursprunge des untersten Beckenwirbelnerven entfernt ist und erst den oberen Rand des zweiten Bauchwirbels erreicht, sichtbar graue Substanz, so dass wir ihn hier als wirkliches, wiewohl fadenartiges Rückenmark erkennen müssen.

[78]) Gall et Spurzheim, anat. et physiol. d. syst. nerveux, Par. 1810. Tom. I. p. 56.

[79]) J. F. Merckel, Handb. der menschl. Anatomie, III. 1817. p. 433.

Zuweilen findet sich auch an dieser Stelle eine gangliöse Anschwellung ... nach oben zu bekommt dies fadenartige Rückenmark immer mehr graue Substanz, und es tritt auch schon eine, wiewohl noch fast unscheinbare Lage weisser Substanz hinzu, welche anfangs in zwei seitliche Streifen, weiter hinauf aber auch im vorderen und hinteren Streifen sichtbar wird." Diese Angaben Burdach's stimmen auch mit den Ergebnissen meiner Erfahrungen, insoweit ächte (weisse und graue) Nervensubstanz unterhalb des Ursprungs des Nervus coccygeus angetroffen wird. Dass die weisse Substanz weniger tief herabreicht als die graue, wurde von Burdach nur in Folge der damals ungenügenden Untersuchungsmethode behauptet [80]).

Die ausführlicheren Gründe, durch welche Burdach seine Ansicht gegen Haller u. A. zu stützen suchte, drückt er in folgender Weise aus:

Burdach (1819. I. p. 267) sagt: „Ich erkenne den Endfaden wenigstens bis über 2 Zoll vom Centralende des untersten Beckenwirbelnerven abwärts als wirkliches Rückenmark an, aus folgenden Gründen:

„1) Es enthält in dieser Strecke offenbar graue Substanz, welche schon von aussen her durch die Gefässhaut hindurchschimmert und aus derselben, wenn sie der Länge nach gespalten ist, sich abschaben lässt; auch sieht man Spuren von weisser Substanz; schon Barba [81]) hat bei seinen mikroskopischen Untersuchungen das Dasein von wirklicher Nervensubstanz hier ausser Zweifel gesetzt [82]).

„2) An der angegebenen unteren Stelle dieses Fadens sah in einem Falle eine gangliöse Anschwellung. Beretini hat dies Ganglion schon beobachtet und abgebildet; er nennt den Faden den unpaarigen Kreuzbeinnerven [83]).

„3) Bei Vögeln und Fischen fängt das Rückenmark in den Schwanzwirbeln ebenfalls als Faden an, und erweiset sich als Rückenmark deshalb deutlicher, weil es .. von den Seiten her Schwanznerven in sich aufnimmt.

„Den unteren Theil jenes Fadens erkenne ich als Schwanznerven an, denn;

„1) Der obere Theil des Fadens ist wirkliches Rückenmark, mus also auch abwärts mit Nerven zusammenhängen ...

„2) Der untere Theil jenes Fadens verhält sich in seinem Verlaufe ganz so zur Faserhaut, wie ein anderer Rückenmarks-Nerv; ... er durchbohrt die Faserhaut und erhält von derselben für seinen weiteren Verlauf eine eigenthümliche (?) Scheide.

„3) Bei menschlichen Embryonen .. finde ich, wie Meckel [84]) den Rückenmarks-Faden verhältnissmässig stärker als bei'm erwachsenen Menschen. So ist er auch bei geschwänzten Säugethieren,

[80]) Die ältere Geschichte des Filum terminale findet man im Burdach (l. c. 1819, p. 266 ff.; sowie in dessen: Erster Bericht von der k. anat. Anstalt zu Königsberg, Leipzig 1818, p. 22—34). Haller (Elementa, IV. 137, s. o.) erklärte das Filum als die Scheide für das untere Ende der Arteria spinalis und einen entsprechenden Nerv. Dieser Ansicht Haller's widersprach Burdach (1819, l. c. p. 266) aus mehr theoretischen Gründen. Da die Gefässhaut um des Rückenmark's willen da sei, so könne sie nicht vorhanden sein ohne das Rückenmark. „So lässt sich auch nicht annehmen, dass die Arteria spinalis sich weiter erstrecke als das Rückenmark selbst, denn es widerstreitet der Analogie, dass die Hauptarterie eines wichtigen Organs an ganz fremde Gebilde sich verzweige." Es verhält sich aber dennoch so.

[81]) Reil's Archiv X, p. 465; Osservazioni microscopiche sul cervello e sue parti adjacenti, di Antonio Barba, Napoli 1807, 64 S. 8°. 1. Taf.

[82]) Barba sagt: Der Centralfaden des sog. Pferdeschweifs enthält eine, von der äusseren Nervenscheide ganz verschiedene, aus sehr langen Fasern bestehende Membran, worin die Markkügelchen zum Theil in deutlichen Längenfasern, zum Theil zerstreut enthalten sind (Reil's Archiv, X. p. 465). Barba hatte schon von 1780 dem P. Torre bei dessen mikroskopischen Beobachtungen assistirt. Er fand, gegen P. Torre, dass die Elemente (Kügelchen = Varicositäten der Nervenprimitivfasern?) im Gehirn, Med. obl. und Rückenmark von gleicher Grösse seien.

[83]) Prochaska, de structura nervorum, p. 120. Vindobon. 1779. 8°.

[84]) Meckel, Archiv, I, 318, und Meckel, pathol. Anat. I, 355.

z. B. dem Pferde, stärker als bei'm Menschen, und zeigt noch tief unter dem zugespitzten Ende der Faserhaut des Rückenmarks deutlich graue Substanz.

„Der Endfaden .. (p. 269) verschwindet am untersten Beckenwirbel, wo er sich in die sehnige Haut an der hinteren Fläche dieses Wirbels zu verlieren schien. Gleichwohl fand ich einen deutlichen breiten von den Bändern gebildeten Canal an der hinteren Fläche der Schwanzwirbel, und wenn ich den Endfaden selbst in den untersten Bauchwirbeln spaltete, erkannte ich, dass er aus einem engen, von Gefässhaut gebildeten Canale bestand, welcher etwas breiartige oder halbflüssige Nervensubstanz enthielt. Diese röhrenförmige Bildung zeigt ganz vorzüglich, dass es kein blosser Sehnenfaden ist ..."

Burdach giebt endlich (Taf. II. 1819. l. c. p. 281) eine Abbildung des Filum terminale, welches er, nach dessen Austritt aus dem Sacke der Dura mater, bis zu den Schwanzwirbeln verfolgte, wo „convergirende Fäden in Form eines Dreiecks zusammentreten, welches an der hinteren Fläche des Körpers des untersten Beckenwirbels liegt .. und welche so den Rückenmarksfaden darstellen, der in der Mittellinie nach oben geht, während das unterste Beckenwirbelnervenpaar zu beiden Seiten verläuft .. Ungefähr im dritten Bauchwirbel zeigt sich zuerst graue Substanz im Rückenmarksfaden, und diese wird nach oben immer deutlicher und stärker, ja (in der Nähe von e) es treten auch schon zu beiden Seiten, aber noch nicht in der Mittellinie, weisse Streifen auf" [85]).

Betrachten wir diese Angaben des trefflichen Burdach genauer, so finden wir darin nahezu eine Uebereinstimmung mit den Ergebnissen meiner eigenen Untersuchungen.

ad 1) Dass der obere Theil des Endfadens (unter dem Abganspunkt des N. coccygeus) graue und weisse Substanz enthält, habe auch ich gefunden, vergl. oben p. 1106.

ad 2) Die gangliöse Anschwellung des Endfadens könnte als Varicosität der Venen oder Arterien desselben gedeutet werden, beweist daher nichts.

ad 3) Für das Filum terminale des Menschen beweist diese Angabe nichts, ist aber immerhin eine passende Analogie.

Den unteren Theil des Filum betreffend, so ist der Grund Burdach's

ad 1) nicht absolut beweisend, eben so wenig wie der andere (ad 2) angeführte;

ad 3) ist gleichfalls nicht sicher beweisend für den erwachsenen Menschen; stimmt aber im Ganzen mit meinen Erfahrungen.

Die Hauptsache, welche von Burdach im unteren Theil des Filum übersehen wurde, ist, dass die Blutgefässe hier die vorwiegende Masse ausmachen; der von Burdach hier gefundene Canal ist das Lumen der Arteria spinalis anterior, und was Burdach als „breiartige Nervensubstanz" darin bezeichnet, ist nichts anderes als der Inhalt der Arteria spinalis, d. h. Blut. Der untere Theil des Filum ist daher, wie gewiss Burdach mit Recht sagt, nicht ein Sehnenfaden; aber er ist auch nicht als Rückenmark zu deuten.

Was Burdach als feine Nervenfäden abbildet, die zur Bildung des Filum terminale zusammentreten, kann nur als eine sehnige Fasermasse bezeichnet werden, in welcher das Filum terminale sich endet.

Bellingeri (p. 66. l. c. 1823) betrachtete das Filum terminale des Ochsen-Rückenmarks als „productio piae matris, instar canaliculi, . . quae descendit ab extremitate medullae spinalis, et in duram matrem inseritur." Diese — nach meiner Erfahrung ungenügende — Ansicht Bellingeri's ist wohl die Folge einer nicht genügenden Aufmerksamkeit auf diesen Rückenmarkstheil von Seiten Bellingeri's. Das Filum terminale des Ochsen bildete Bellingeri (1823. l. c. p. 128. Tab. IV, r, r)

[85]) Etwa 2 Centimètres unter dem Abgang des Nervus coccygeus, an der Abbildung gemessen, was ganz mit meinen Beobachtungen übereinstimmt.

ab in einer nicht natürlichen Weise, und ich muss glauben, dass Bellingeri hier mehr nach der Phantasie und einem menschlichen Rückenmark, als nach der Natur und einem wirklich präparirten Ochsen-Rückenmark gezeichnet habe. Denn die Dura mater bildet am unteren Ende bei'm Ochsen (und Kalb) keinen so weiten Sack, wie solcher von Bellingeri gezeichnet ist; ferner geht das Filum terminale zwischen dem 39. Nervenpaar nicht sogleich als ein dünner Faden ab, welcher abwärts von gleichem Durchmesser bleibt; sondern das Filum terminale des Ochsen, unter dem Ursprung des 39. Nervenpaars, ist dicker als Bellingeri zeichnet, und wird allmählig immer dünner, je näher es dem Schwanzende kommt. Ferner zeichnet Bellingeri das Filum terminale als ein im untersten Ende des Dura-mater-Sacks (etwa 1 Zoll unter der Austrittsstelle des 39. Nervenpaars aus dem Dura-mater-Sack) endigendes Ligament: „ligamentum cylindricum piae matris". Hieraus erhellt, dass Bellingeri nicht erkannte, dass das Filum terminale sich weiter nach hinten (bis in den letzten Schwanzwirbel) erstreckt, und dass seine genuin nervösen Elemente und Gefässe ihm ebenfalls unbekannt blieben [86]).

Rolando (1824, l. c.) hielt das Filum terminale für ligamentös. Am unteren Ende des Rückenmarks beschreibt Rolando (p. 34) zwei Anschwellungen (unterhalb der Lendenanschwellung). Vom 2. Lendenwirbel an abwärts „va diminuendo per terminare tostamente in due tubercoli, uno superiore, più grosso e quasi ovale, a cui un altro succede, più piccolo alquanto, sotto forma di un cono ottuso, che si continua in un ligamento sottile biancastro e lucente, che fra mezzo i fili della coda da cavallo procede fino alla metà dell' osso sacro, ove col legamento della dura madre confuso va ad inserirsi nel coccige." Rolando sagt (p. 34), er stimme, gegen Vieussens, Tarin, Winslow, hier ganz mit Huber, Haller, Frotscher.

Weber [87]) behauptete 1831, dass das Filum terminale „nach der meisten Anatonen Untersuchungen — worunter auch Rudolphi — nur häutig ist."

Langenbeck [88]) nennt das Filum terminale des Rückenmark's (wie Frotscher) „ligamentum ex infimo piae matris apice productum, seu filum terminale, seu ligamentum piae matris. Das ist wohl weiter nichts, als ein Fortsatz der Pia mater" (p. 29).

Arnold (1838, l. c. p. 7) konnte „nie solche Erhabenheiten oder Anschwellungen an dem Endtheil des Rückenmark's erkennen," wie Frotscher, Huber u. A.; dagegen bemerkte Arnold „in den meisten Fällen, in denen die Masse des Rückenmark's etwas weich war, dass .. Ungleichheiten der Oberfläche .. besonders auffallend am Ende (des Rückenmarks) waren" (p. 8). Ueber die Elemente des Filum terminale spricht sich dieser Forscher nicht genauer aus. Arnold (1838. Tab. an. Fasc. I. Tab. I. Fig. 1 a. 1 b) bildet das Filum terminale, im Ganzen recht naturgetreu, als einen einfachen Faden von überall gleicher Dicke ab, der — nach dem Austritt aus dem Sacke der Dura mater — in mehrere feine Fäserchen sich zertheilend auf dem Schwanzbein endet (Fig. 1 b, bei b; auch Tab. II, Fig. 1 a und 1 b).

[86]) Das Filum terminale des Kalbes erstreckt sich, von der Dura mater eng umgeben, bis in die Schwanzwirbel hinein. Ich habe dasselbe bis in den 6. Schwanzwirbel hinein verfolgt; wie es endet, ist mir nicht bekannt; s. o. p. 1110, ff. Die Abbildung, welche Bellingeri vom Filum terminale des Ochsen giebt, ist zwar im Ganzen richtig. Er bildet 6 Nervi coccygei ab, welche eine lange Strecke in dem Sacke der Dura mater verlaufen. Auch beim Kalbs-Rückenmark gehen die untersten Nervi coccygei alle lange Strecken vom Conus medullaris bis zur Dura mater, und soweit finde ich Bellingeri's Abbildung richtig. Aber das Filum terminale endet nicht da, wo Bellingeri es abbildet. Der Nervus coccygeus V tritt in der Gegend aus der Dura mater heraus, wo der 1. Schwanzwirbel anfängt (oberhalb des 1. Schwanzwirbels); die verschiedenen Schwanznerven sammt dem Filum terminale gehen aber längs der 6 ersten Schwanzwirbel (und höchstwahrscheinlich bis zu den letzten, resp. hinter ihnen) in dem Canal dieser Wirbel, welcher allerdings nur sehr gering ist, weiter. In den Schwanzwirbeln bildet das Filum terminale einen dünnen, gallertartigen Faden, in welchem man bei mikroskopischen Untersuchungen ein Blutgefäss mit vieler bindegewebigen Umgebung u. s. w. findet, wie oben, p. 1111, ff., auseinandergesetzt worden ist.

[87]) Weber, Hildebrandt's Anat. d. Menschen. III. 1831. p. 372—373.

[88]) Langenbeck, Nervenlehre, mit Hinweisung auf die Icones neurologicae. Götttingen 1831. 8°. Icones neurologicae, Fascic. I. Tab. II, 13. III.

Remak (1838, Observ. anat.) hatte schon im Jahre 1837 [89]) die Ansichten Burdach's über die Elemente des Filum terminale, dass solches nämlich graue Substanz enthalte, bestätigt. Nach weiteren Untersuchungen behauptete Remak (1838, p. 14), „massam, quae filo, vel potius canali illo tenui continetur, substantiam gelatinosam esse, quae inferiori in fine medullae spinalis simili modo atque in superiori pedetentim tantum incrementum capit, ut substantia spongiosa tandem plane evanescat, nec nisi gelatinosa sola remaneat. In sue et ove, in quibus filum illud ulterius persecutus sum, processus hic gelatinosus medullae spinalis, per longum spatium cylindricus et quoad diametrum aequalis, eo loco, ubi arcus vertebrarum desinunt, canalem vertebralem relinquit, atque tum supra ipsa corpora vertebrarum caudae inter musculos et tendines prope cutem positus et nonnisi ligamentis tenuissimis elasticis circumdatus ramificari incipit. Rami autem laterales, pone filum centrale longe decurrentes, quamquam et ipsi colorem et consistentiam quandam gelatinosam servant, tamen distincto neurilemate gaudent et strias illas transversas splendentes, quibus omnes nervi insignes sunt, ostendunt. Quamobrem tum a filo centrali tenuiori et molliori differunt, tum funiculis cinereis nervi sympathici mire similes sunt. Sed quonam proficiscantur adhuc nescio, neque fili centralis tenuissimi finem attingere potui, quamquam tam longe persecutus sum, ut ab ipso apice caudae tantum pollicem abessem."

Remak beschreibt hier offenbar weniger das Filum terminale des Menschen, als dasjenige der Säugethiere, sofern er von dem untersten Theil des Rückenmarks redet, der „canali illo tenui continetur." Remak übersah die Anwesenheit der weissen Substanz auch im oberen Theil des Filum terminale der Säugethiere (s. o. p. 1110, ff.) und hält ihn mit Unrecht für ausschliesslich gelatinös. Den Verlauf des Filum längs der Schwanzwirbel beschreibt Remak übereinstimmend mit meinen Erfahrungen.

Die Elemente des Filum terminale beschreibt Remak (1838, l. c. p. 17. 18) als „Corpuscula nucleata, quae quo propius ad finem inferiorem, eo magis copia crescunt, ita ut infima pars fili terminalis ex solis ejusmodi corpusculis constare videatur, jam in parte cylindrica . . ab illis reliquae substantiae gelatinosae eo differe incipiunt, quod multo saepius duos, vel tres, vel plures nucleolos continent, et quod inter se permulta corpuscula ejusdem fere formae et magnitudinis, sed magis adhuc pellucida, omnino plana et nucleolis carentia intermista habent. De fibrarum autem structura, quae praeter corpuscula nucleata substantiam gelatinosam constituunt, tantum in infimo fine fili centralis ovis aliquid comperire potui, ubi rete substilissimum formabant, variis illis corpusculis large obtectum."

Diese Angaben Remak's habe ich niemals in absoluter Weise verificiren können; die Zahl der Nervenzellen habe ich nie so gross im Filum terminale gefunden, wie Remak solches beschreibt; auch konnte ich nicht finden, dass sie in Betreff der Anzahl ihrer Nuclei, oder des Mangels der Nucleoli sich von anderen kleineren Nervenzellen unterschieden hätten. In Bezug auf die untere Hälfte des Filum terminale bei Menschen und Thieren kann aber Remak's Angabe nichts weniger als bestätigt werden. Es scheint mir, dass Remak bei der Zerfaserung mit Nadeln Artefacte und Blutzellen für Nervenzellen, resp. für gelatinöse Substanz gehalten hat. In jedem Falle übersah Remak die evidenten Nervenprimitivfasern, die mehr oder minder zahlreich in den verschiedenen Höhen der oberen Hälfte des Filum terminale des Menschen und der Säugethiere vorhanden sind. Dass er sie bei'm Schaafe fand, stimmt mit den Ergebnissen meiner Erfahrungen überein.

Eine Glaskörper-ähnliche Masse um den unteren Theil des Filum terminale des Ochsen beschreibt Remak (1838, l. c. p. 18): „Pars quidem inferior fili gelatinosi apud bovem semper substantia quadam, tamquam vagina, includitur, quae quoad consistentiam, colorem, pelluciditatem cum corpore vitreo oculi summam habet similitudinem, et fere semper uno vel duobus locis intumescentias duas ostendit, quoad formam externam parvis gangliis similes. Intus autem haec substantia vitrea ex fibris

89) Remak, in: Froriep's Notizen, 1837, Nr. 54.

constat eximie pellucidis, ad longitudinem striatis, magnitudinem tubulorum primitivorum duplo vel triplo superantibus, inter se prorsus aequalibus. Intumescentiae autem illae non fortuita quadam accumulatione hujus substantiae oriri videntur, sed ex iisdem fibris multipliciter inter se convolutis constant et membranula tenuissima circumdantur, in qua fibrae tenuissimae, quoad structuram cum fibris substantiae gelatinosae convenientes iisdemque corpusculis nucleatis speciose ornatae discernuntur. Fibras autem illas latiores, ex quibus substantia vitrea constat, etiam in ipsa substantia partis cylindricae vidi, ubi vagina illa jam non circumdata erat."

Am Endfaden des Rückenmarks fand Förg (1839, l. c. p. 47) „manchmal mehr oder weniger deutliche Knötchen", (übereinstimmend mit Haller) [90]), „die aber in der Regel fehlen" (p. 48).

Das Filum terminale wurde von Wilbrand 1840 für ein Ligament angesehen. Er sagt: „An dem unteren Ende des Rückenmarks setzt sich die Spinnwebenhaut mit der weichen Hirnhaut zur Dura mater fort, was man den Nervus impar nennt. Dasselbe geschieht auch, wo die fibrösen Fäden der weichen Hirnhaut zu beiden Seiten des Rückenmarks in die harte Hirnhaut übergehen, so dass sie auch an der Bildung des Ligamentum dentatum Theil hat" (p. 39) [91]).

Auch Valentin [92]) sagt, dass „eine Endigung (des Rückenmarks) in besondere seitliche Knopf- oder Knoten-Anschwellungen sich an dem frischen Rückenmark nicht findet. Dagegen zeigen sich bisweilen der Länge nach successiv aufeinander folgende Höckerandeutungen . . bisweilen zwei successive, durch seichte Einschnürungen gesonderte, Erhebungen, auf welche sogar noch zwei schwächere Erhebungen folgen können . ." Valentin fand solche „auch schon an dem frischen, nicht erweichten Rückenmark, und muss daher die älteren Angaben, welche die Höckerchen berühren, wenigstens in so fern für richtig halten, als solche Gebilde auch im naturgemässen Zustande vorkommen können" (p. 227, Note).

Krause [93]) sagt: „Vom Conus medullaris an bildet sie (die Pia mater) einen plattrundlichen, 1''' dicken Strang, Filum terminale medullae spinalis, welcher zwischen den langen Wurzeln der Lumbar- und Sacral-Nerven bis zum unteren Ende des von der Dura mater gebildeten länglichen Sacks herabläuft und mit demselben verwächst; er enthält Gefässe und das letzte Paar der Rückenmarksnerven."

Krause ist hier in offenbarem Irrthum, und seine Ansichten sind ungenügend. Das letzte Rückenmarks-Nervenpaar verläuft keineswegs immer mit dem Filum terminale in einem und demselben Strang. Im Gegentheil ist die Trennung beider ohne Schwierigkeit möglich.

Die von Kölliker (1850 — 1857) über die Elemente des Filum terminale geäusserten Ansichten sind nicht durchaus übereinstimmend, doch kommen sie im Ganzen auch mit den Ergebnissen meiner Erfahrungen überein. Kölliker [94]) sagt: „Das Filum terminale hat denselben Bau wie die Pia mater überhaupt, nur zeigen sich hier viele isolirte oder netzförmig vereinte Bündel, die vielleicht noch zur Arachnoidea zu zählen sind." Es scheint, dass diese Angabe Kölliker's sich nur auf die untere Hälfte des Endfadens bezieht. Wollte man nämlich schliessen, dass Kölliker den Endfaden überhaupt für bindegewebiger Natur hält, so stehen diesem die anderweiten Aeusserungen Kölliker's entgegen. Er sagt nämlich über die Elemente des Filum terminale Folgendes: „Das Filum enthält, so weit dasselbe noch hohl ist, als Fortsetzung der grauen Substanz [nicht auch der weissen] des Markes eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 0,005 — 0,006''' grossen, kernhal-

[90]) Haller, Elem. phys. IV., p. 82.
[91]) F. J. J. Wilbrand, Anat. u. Physiol. der Centralgebilde des Nervensystems. Giessen 1840. 8°.
[92]) Valentin, in: Sömmerring's Hirn- u. Nervenlehre. Leipzig 1841. 8°., p. 227.
[93]) Krause, Handb. d. menschl. Anat. I. Hannover 1843, p. 1032.
[94]) Kölliker, Mikr. Anat., 1850, p. 490.

tigen, blassen Zellen wie Nervenzellen besteht [95]." [Ich finde auch Fasern darin, Längs- wie Querfasern]. „Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen demselben noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringeren Durchmessern; ferner zahlreiche, feine, blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind." [Also auch am Filum terminale vermag Kölliker die Fortsätze der Nervenzellen und die feinsten Nervenröhren nicht zu diagnosticiren]. [96])

Kölliker's Ansichten sind also im Ganzen der Wahrheit gemäss, doch sind sie nicht scharf genug ausgedrückt. Dass der obere Theil des Filum terminale genuine nervöse Bestandtheile enthalte, stimmt auch mit meinen Erfahrungen. Dass der untere Bindegewebe enthalte, gleichfalls. Kölliker kannte, wie es scheint, 1850 noch nicht die genuinen nervösen Elemente im unteren Theil des Filum terminale, welche er aber später dennoch annimmt. Kölliker [97]) sagt: „Die Gefässhaut, Pia mater, umschliesst das Rückenmark und das Ependyma des Filum terminale ganz eng . ." Kölliker statuirt also Pia mater als Umhüllung des Filum terminale, übereinstimmend mit meinen Erfahrungen. Kölliker [98]) statuirt aber auch Nerven der Pia mater längs dem Filum terminale. Er sagt: „Die von Purkinje bei'm Rinde entdeckten Nerven der Pia mater finden sich auch bei'm Menschen, bei dem die Pia mater des Marks bis in das Filum terminale hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 0,0015—0,003''' ist, die durchaus nicht etwa nur den Gefässen folgen." Ob nun die in der unteren Hälfte des Filum terminale vorhandenen wenigen Nervenprimitivfasern den so auffallenden Blutgefässen dieses Theils oder der Pia mater angehören, scheint ein unerheblicher Fragepunkt, da sie wohl beiden zugehören.

Ueber die Glaskörper-ähnlichen Anschwellungen am Anfang des Filum terminale äussert sich Kölliker wie folgt: „Wie ältere Anatomen bei'm Menschen beschreibt auch Remak am Anfang des Filum terminale bei Säugern eine oder zwei längliche Anschwellungen, die von einer dem Glaskörper ähnlichen, und aus breiten, gestreiften verflochtenen Fasern bestehenden Substanz äusserlich umgeben sein sollen [99]). Ich kenne die fraglichen Anschwellungen bei'm Menschen wohl, wage aber eben so wenig als Arnold (Bemerkungen, p. 7) mit Bestimmtheit mich darüber zu äussern, ob dieselben natürliche Bildungen sind oder nicht. Was dagegen die von Remak erwähnten Fasern anlangt, so halte ich dieselben für Bindegewebe der Hülle des Endfadens, das zum Theil andere Eigenschaften als gewöhnlich besitzt."

Da ich die betreffende Glaskörpermasse nicht aus eigner Erfahrung kenne, so enthalte ich mich eines jeden Urtheils darüber.

Im Filum terminale des frischen Frosch-Rückenmarks fand Kölliker [100]) „nichts leichter, als die schönsten Nervenfasern in Menge nachzuweisen." Das untere Ende des Filum terminale des Frosch-Rückenmarks fand Kölliker (1857) „im oberen Theile des Steissbeins in einem feinen Canälchen dieses Knochens enthalten, eben so lang oder noch länger, als der dickere (obere) Theil zwischen der Cauda equina." Dies stimmt im Ganzen auch mit meinen Erfahrungen überein (s. o. pag. 1117, ff.).

[95]) Die eigenthümlichen, durchsichtigen Körperchen ohne Kerne, welche Remak im Filum terminale findet, hält Kölliker für Corpuscula amylacea, die er „wenigstens bei'm Menschen hie und da sah." Mikr. Anat. 1850, p. 427. 428.

[96]) Kölliker, Mikr. Anat. p. 423; Gewebelehre, 1. Aufl., p. 282, 2. Aufl. p. 299. In dieser 2. Auflage bemerkt Kölliker noch, dass das Filum, nach mir (Stilling), einen Canalis spinalis enthalte.

[97]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. (1855) p. 324.

[98]) Kölliker, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855) p. 328.

[99]) Remak, in: Müller's Archiv, 1841, p. 516.

[100]) Kölliker, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., 1857, Bd. IX.

Das obere Ende des Filum terminale, oder dessen dickerer Theil „ist, wie das Rückenmark, aussen aus weisser und innen aus grauer Substanz gebildet.“ [Kölliker zählt hier sicher den unteren Theil des Conus medullaris als Filum terminale auf, was zu entschuldigen ist, indem eine scharfe Grenze beider nicht existirt]. „Erstere (weisse Substanz) zeigt zwei Spalten, und schöne dunkelrandige, leicht varicös werdende Nervenfasern, die vorn (unten) breiter sind als hinten, den flimmernden Centralcanal . . ., die vordere Kreuzungscommissur .. kleine multipolare Zellen, und feine dunkle Nervenröhren, dagegen keine grossen Nervenzellen. Gegen das Ende des dickeren Theils des Filum verschwinden die Nervenfasern allmählig, so wie auch die übrigen Elemente, so dass im feineren Abschnitte nichts mehr als der Centralcanal und eine bindegewebige Hülle (von der Pia mater) sich findet.“ [1])

Auch diese Angaben stimmen mit meinen Erfahrungen überein, jedoch kann ich die Elemente, welche den hintersten Theil des Filum terminale constituiren, nicht, wie Kölliker, nur für Bindegewebe halten (s. o. p. 1117, ff.).

Ueber das Filum terminale des Vogel-Rückenmark sagt Metzler, es könne nicht als ein Rückenmarksgewebe angesehen werden (1855. l. c. p. 27), und aus ihm entspringen keine Nerven (ibid). Vielmehr sei das Filum terminale von gleicher Beschaffenheit wie das Bindegewebe der Nervenhülle, „quippe quod inextricabile fibrarum diversissimis modis inter se decussatarum rete, interque eas telae conjunctivae cellulos, praeterque telam elasticam pulcherrimam offerat.“ Da das Filum terminale, ausser den Nervenprimitivfasern, Pia mater und einige feine Arterien enthält, so begreift sich Metzler's Befund; seine Bindegewebszellen sind die Epithelialzellen der Gefässhaut oder Blutzellen, seine elastischen und Bindegewebe-Fasern sind die Gefässhaut-Elemente. — Auch im Filum terminale vom Ochsen und Menschen fand Metzler gleiche Beschaffenheit wie bei Vögeln (p. 28). Auf Querabschniften des Filum terminale fand Metzler (p. 28) nichts als eine Scheibe grauer Substanz, „substantiae cinereae discum pia matre circumdatum,“ jedoch weder Nervenfasern noch Nervenzellen noch gelatinöse Substanz („neque substantiae gelatinosae ullum adest vestigium“). Mehrmals sah Metzler aber am Rande dieser grauen Substanz „puncta coloris fusci catervatim posita . ., quae eandem praebuere speciem ac fibrarum nervearum segmenta transversa.“ Dieses Ansehen verschwand aber durch Schwefelsäure und Compression, und Metzler schliesst daraus, dass dieses Ansehen „tantummodo ex majore telae plicatura exortam esse.“ Ich kann aber dieses Ansehen nur so deuten, dass Metzler wirklich Querdurchschnittsflächen von Nervenfasern vor sich hatte; dass diese durch Compression und Schwefelsäure zerstört werden, beweist aber noch nicht, dass „filum terminale nihil est aliud, nisi substantiae cinereae continuatio, pia matre circumdata, ergo tela conjunctiva cum tela elastica commixta,“ wie Metzler (p. 28) sagt. Den Canal im Filum terminale des Vogel-Rückenmark fand auch Metzler (p. 28); er hält ihn mit Recht für die Fortsetzung des Centralcanals des Rückenmarks, wie er denn das Filum terminale selbst für die Fortsetzug der grauen Substanz des Rückenmarks hält, und nennt ihn „cellulis suis epithelialibus instructus.“ Diese Zellen sind allerdings vorhanden. Metzler (l. c. p. 10) sah, dass aus dem Filum terminale der Gans „tres vel quatuor nervi coccygei proficisci,“ . . jedoch nicht unmittelbar aus dem Filum terminale; sondern „ex loco alteriore.“ Metzler sagt aber trotzdem, dass (l. c. p. 10) das Filum terminale bei Vögeln keine Marksubstanz enthalte, vielmehr von grauer Farbe sei. Dass meine Erfahrungen hiermit nicht übereinstimmen, habe ich oben, p. 1112, ff. mitgetheilt. Wenn Metzler daher das Filum terminale (p. 52) als „telae conjunctivae funiculus, qui, canaliculo centrali in medio posito, e pia matre substantiaque cinerea consistit“ bezeichnet, so kann ich hiermit in so fern nicht übereinstimmen, als ich auch genuine Nervenprimitivfasern im Filum terminale annehme,

[1]) Den flimmernden Centralcanal im Filum terminale des frischen Frosch-Rückenmarks fand Kölliker 1857 (Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. Band).

und die grsue Substanz nicht mit Bindegewebe identificire. Ob im unteren Ende des Rückenmarks Nervenfasern und Nervenzellen zu gleicher Zeit (d. h. in gleicher Ebene) beginnen, resp. vorkommen, lässt Metzler (p. 29) unentschieden.

Das Filum terminale ist nach Luschka [2]) sehr nervenreich; die Nervenfasern laufen in dicken, theils isolirten, theils netzförmig anastomosirenden, von elastischen Spiralfasern umwickelten Bindegewebsbündeln. Luschka sagt nicht, ob er den oberen oder auch den unteren Theil des Filum terminale hier beschreibt. Für die untere Hälfte des Endfadens ist Luschka's Angabe allerdings gar nicht passend; für die obere Hälfte dieses Gebildes muss sie als zum Theil übereinstimmend mit meinen Erfahrungen bezeichnet werden.

Den Uebergang der Arteria und Vena spinalis anterior, oder den des von ihm so genannten „Sinus venosus anterior" in das Filum terminale fand auch Lenhossék (p. 20). Gleiches fand Lenhossék (Uebergang in das Filum terminale) an der Vena mediana postica (pag. 21); eben so, dass die Venen an der Hinterfläche des Rückenmarks oft bei alten Individuen varicös angetroffen werden. Die Anwesenheit mehrerer Blutgefässe im Filum terminale ist auch durch meine Untersuchungen bestätigt.

Dass das Fisch-Rückenmark an seinem hinteren Ende fast immer in ein Knötchen anschwillt, — beobachtete Arsaky (l. c. p. 6), zum Theil übereinstimmend mit meinen Untersuchungen; bei vielen Fischen ist aber keine Anschwellung vorhanden.

Sehr ausführlich haben Bidder und Kupffer in ihrer neuesten Schrift (l. c. 1857; p. 69 und ff.) sich über das Filum terminale des Rückenmarks ausgesprochen [3]). Bidder und Kupffer haben zwar, wie sie mittheilen, den Endfaden des Rückenmarks der verschiedenen Wirbelthierklassen untersucht, geben aber nur von dem der Katze eine genauere Beschreibung; die Verfasser vindiciren ihren Angaben „in den Hauptpunkten auch Anwendung auf andere Säugethiere und den Menschen, ja .. im Wesentlichen selbst für Vögel und Frösche" [4]) (l. c. p. 72). Im oberen Drittel des Filum terminale einer Katze fanden Bidder und Kupffer (p. 73) an Querabschnitten eine „centrale Höhlung, ringsum ausgekleidet von einem Cylinderepithelium, dessen Zellen selbst in Chromsäurepräparaten an ihrer freien Basis den Wimperbesatz nicht selten auf's Deutlichste darbieten. .. Auf dieses Epithelium folgt nach aussen, als eigentliche Wand der Lichtung, eine Substanzlage, die neben zahlreichen Blutgefässen aus einem Gewebe besteht, das theils aus circular verlaufenden Faserzügen, theils aus zahlreichen dieselben durchsetzenden (p. 74), gekernten, sternförmigen und mit ihren Ausläufern vielfach anastomosirenden Zellen zusammengesetzt ist. Die Bindegewebsnatur dieser ganzen Lage ist so evident, dass hierüber durchaus kein Zweifel bestehen kann." Nächst dieser Schicht nach aussen .. liegt eine zweite, „die ein sehr dichtes Netzwerk mit engen Maschen und weit sparsameren Kernen darstellt, nicht selten durch eine dunklere Färbung sich von der ersten Schicht unterscheidet. Dieses Ansehen entsteht durch die der Länge des Filum terminale entsprechende longitudinale Anordnung der Bindegewebselemente, seiner Faser- und Faltenzüge, die hier wie in den oberen dem eigentlichen Rückenmark angehörenden Partieen gelagert sind,

[2]) Luschka, Adergefl. 1855, p. 132.

[3]) Das Historische über das Filum terminale stellen Bidder und Kupffer, pag. 69. 70, theilweise zusammen.

[4]) Dass „bei Fischen .. keine cauda equina und kein Filum terminale zu finden" sei, sagen Bidder und Kupffer (1857, l. c. p. 71) in gewisser Beziehung doch wohl nicht ganz mit Recht; die Form des Filum terminale ist eine andere wie bei Menschen; es ist meist nur kürzer. Die Anschwellung des Rückenmarks am Ende bei manchen Fischen scheint Bidder und Kupffer unbekannt zu sein. „Bei Fröschen dagegen, bei Vögeln und Säugethieren sind die anatomischen wie histologischen Verhältnisse dieser Parthie im Wesentlichen dieselben" (p. 71). Auch dieses ist nicht ganz richtig. Bei Vögeln existirt eben so wenig eine Cauda equina und ein dem Filum terminale des Menschen gleiches Gebilde wie bei Fischen, oder vielmehr das Rückenmark endet bei Vögeln im Ganzen eben so wie bei den Fischen, deren Rückenmarks-Ende keine Anschwellung zeigt. Die letztgenannte Thierclasse bietet daher — im Allgemeinen genommen, durchaus keine auffallende oder wesentliche Abweichung im Betreff dieses Punktes von den übrigen Thierclassen dar.

obgleich es hier noch keine longitudinalen Nervenprimitivfasern zu beherbergen giebt. Die Analogie mit dem Rückenmark zeigt sich auch darin, dass die querdurchschnittene Längsfaserschicht an verschiedenen Stellen von querlaufenden Faserzügen durchsetzt wird. Dies ist am auffallendsten an den der vorderen und hinteren Rückenmarksspalte und den hinteren Seitenfurchen entsprechenden Gegenden. Diese queren Septa gehen einerseits in die den Canal zunächst umgebende Substanz über, ja lassen sich selbst bis zu den Spitzen der Epithelialzellen verfolgen und setzen sich in diese fort, andererseits treten sie in die, von dem Filum zwar deutlich abgegränzte, aber doch zahlreichere feinere oder gröbere Fortsätze in dasselbe hineinsendende, Pia mater aus. .. Die dunklere Färbung der äusseren Schicht des Filum und die scharfe Abgränzung von der inneren ungleich lichteren Lage kann leicht die Ansicht erwecken, als ob man es dort schon mit den das Licht stark brechenden und daher dunklen Nervenfasern zu thun habe. Die Anwendung der diluirten Schwefelsäure, ja schon der Essigsäure .. durch welche die Durchschnitte der unzweifelhaften Nervenbündel, z. B. der Cauda equina, nicht verändert, ja selbst noch deutlicher werden .. lässt an der Substanz des Filum die dunkle Färbung verloren gehen, der Unterschied in der durchscheinenden Beschaffenheit der beiden Substanzlagen wird f a s t g a n z ausgeglichen .. und es wird der letzte Zweifel darüber beseitigt, dass man es mit einem nur aus Bindegewebe bestehenden und aller Nervenelemente durchaus ermangelnden Organtheile zu thun habe.“ [Fast ganz ist nicht ganz; die peripherischen Nerven verhalten sich anders gegen die chemischen Reagentien als die Rückenmarks-Fasern, welche dünnere Scheiden haben. B i d d e r und K u p f f e r’s Schlüsse sind also nicht richtig.] „Ein Umstand, der die Verschiedenheit der dunklen nach aussen gelegen Substanz des Filum vom Nervengewebe ausserdem noch darthut, liegt in der Abwesenheit einer vorderen und hinteren Längsspalte.“ [Was hat die Längsspalte mit der Diagnose des Nervengewebes zu thun?] „Zwischen der vorderen Einbuchtung (p. 75) und der vorderen Spitze des Centralcanals ist häufig eine Durchkreuzung der Faserzüge wahrzunehmen, ein Verhältniss, das sich nirgends so deutlich gezeigt hat, wie im Filum terminale des Frosches,“ [Commissura anterior, offenbar hier verwechselt von B i d d e r und K u p f f e r] „und dessen Anwesenheit, bei völligem Mangel aller Nervenelemente, darauf hinweist, dass bei der vorderen Kreuzungscommissur des Rückenmarks die grösste Vorsicht erforderlich ist, weil keineswegs alles, was die Durchkreuzung zeigt, ohne weiteres für Nervengewebe gehalten werden darf.“ [Richtig, aber auch nicht alles für Bindegewebe.]

Das durchscheinende, gallertartige Ansehen, welches das aus Bindegewebe bestehende Filum terminale im frischen Zustande hat, rührt nach B i d d e r und K u p f f e r (p. 75) von „der grossen Menge des dasselbe erfüllenden thierischen Wassers“ her. [Aber die grauen Vorderhörner, wo die ächten Nervenzellen-Haufen sind, bieten das gleiche gallertige Ansehen!]

Die in den äusseren Partieen des Filum terminale befindlichen Zellen (entfernter vom Centralcanal) sind nach B i d d e r und K u p f f e r (p. 75) „von scharf umgränzter, regelmässig oblonger Form, die höchstens an den beiden Enden mit Andeutungen von Ausläufern versehen sind, dadurch spindelförmig erscheinen. Sie stimmen in Grösse, Form, und mitunter selbst reihenweisen Anordnung ganz überein mit den im Bindegewebe schon längst anerkannten „Kernen“. Zwischen diesen Zellenformen (und denen zunächst um den Centralcanal befindlichen zahlreicheren, sternförmigen Zellen mit deutlichen anostomosirenden Ausläufern) findet sich eine I n t e r c e l l u l a r s u b s t a n z von bald lockerer bald dichterer Beschaffenheit, und von bald g a n z h o m o g e n e m und d u r c h s i c h t i g e m, bald f e i n g e k ö r n t e m, oder mit Falten und F a s e r z ü g e n versehenen und s t r e i f i g e m Ansehen.“

B i d d e r und K u p f f e r schliessen (p. 76) „dass kein einziges wesentlich nerviges Element in dem Endfaden des Rückenmarks anzutreffen“ ist.

Betrachten wir diese Angaben B i d d e r’s und K u p f f e r’s, so ist zuerst die von B i d d e r und K u p f f e r hervorgehobene „Bindegewebsnatur“ der den Centralcanal des Rückenmarks, resp. Filum terminale auskleidenden Zellen nichts weniger als „evident“, wie ich oben (p. 869) erörtert habe.

Bidder hatte früher [5]) diese Zellen (und Fasern) für Nervenelemente erklärt; jetzt widerruft er diese Ansicht als irrthümlich (1857. l. c. p. 71).

Die von Bidder und Kupffer beschriebene äussere dunklere, und innere hellere Schicht des (Querabschnitts aus dem) Filum terminale, welche, wie an höheren Stellen des Rückenmarks, durch weisse und graue Substanz erzeugt werden, erklärt Bidder und Kupffer aber nicht als durch Nervenelemente erzeugt, weil die Schwefelsäure auf die Nerven der Cauda equina anders wirkt als auf die im Endfaden enthaltenen Theile. Ich habe bereits oben (s. p. 881) angeführt, dass, je dünner die Scheiden der Nervenprimitivfasern sind, oder je mehr vereinzelt solche verlaufen, um so mehr ihre Veränderung durch Schwefelsäure hervorsticht, und umgekehrt. Was also Bidder und Kupffer hier für entschieden halten, ist nichts weniger als sicher. Bidder und Kupffer fanden, dass der Farbenunterschied nicht ausgeglichen wird, nur fast ganz. Billiger Weisse hätten Bidder und Kupffer die Ursachen aufzufinden sich bestreben sollen, warum der Farbenunterschied nicht ganz, wie beim Bindegewebe, sich ausgleicht. Statt dessen gehen Bidder und Kupffer über die auch von ihnen nicht wegzuläugnenden Thatsachen hinaus, und bauen einen Schluss, der nichts weniger als gerechtfertigt genannt werden kann.

Dass sich die Durchkreuzung von Fasern in der vorderen Einbuchtung und vor dem Centralcanal am Filum terminale deutlicher zeige als anderswo — giebt nichts weniger als einen Beweis, dass diese Fasern Bindegewebe seien. Zuerst findet sich die Durchkreuzung ächter Nervenprimitivfasern in allen Höhen des Rückenmarks sämmtlicher Wirbelthierclassen so schön, wie man es nur wünschen kann (an passenden Querabschnitten); für's Zweite schliessen Bidder und Kupffer jene Kreuzungsfasern am Frosch-Rückenmark (Filum terminale) ohne jeden Beweis vom genuinen Nervengewebe aus; aber auch ohne allen Grund; da sie alle Eigenschaften der Nervenprimitivfasern haben (s. o. p. 891, ff.). Diejenigen Zellen endlich, welche in den äusseren Parthieen des Filum terminale sich finden, erklären Bidder und Kupffer für Bindegewebezellen, ohne andere Gründe, als diejenigen, welche ich bereits oben (s. p. 894, ff.) als unhaltbar nachgewiesen.

Zugleich erklären sie die übrige faserige Masse des Filum terminale (so weit sie nicht aus Zellen besteht) für Intercellularsubstanz, im Reichert'schen Sinne. Da ich an anderem Orte das Unhaltbare dieser Ansicht nachzuweisen gedenke, so will ich hier nicht weiter darauf eingehen.

Wenn daher Bidder und Kupffer dem Filum terminale jedes wesentlich nervige Element absprechen, so kann ich, nach dem Ergebnisse meiner Untersuchungen, hiermit nichts weniger als übereinstimmen, wie ich oben (p. 1105, ff.) genügend auseinandergesetzt zu haben glaube. Ich muss vielmehr schliessen, dass Bidder und Kupffer, die dem Bindegewebe eine viel zu grosse und nicht zu billigende Rolle an der Constituirung des Rückenmarks zugetheilt haben, durch die hierbei vorgefasste Meinung von der vorwaltenden Masse und der Wichtigkeit des Bindegewebes verleitet worden sind, das Filum terminale als ausschliesslich durch Bindegewebe gebildet zu betrachten.

Im Rückenmark einer erwachsenen Katze, „wo die Querabschnitte aus dem Filum terminale im längeren Durchmesser 0,054'', in der Breite 0,038'' maassen, und wo der Centralcanal 0,026'' lang und 0,0035'' breit war, wo endlich die Epithelialschicht 0,0007'' dick erschien — zeigten diese Querschnitte keine Spur von Nervenzellen oder Nervenfasern. Erst da, wo der nach oben hin rasch sich verdickende Endfaden schon eine Dicke von 1''' Par. besitzt, treten Nervenelemente auf, und zwar so, dass, sobald man in den Vorderhörnern Zellen nachweisen kann, auch in der schon vorher dazu vorbereiteten [?!] äusseren Substanzlage des Filum die Querschnitte der Fasern kenntlich werden. Ohne Nervenzellen in der grauen Substanz haben wir auch in der weissen keine Nervenfaser nachzuweisen vermocht.“ Diese Angaben Bidder's und Kupffer's sind nichts weniger als entscheidend.

[5]) Bidder, 1847, zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847, p. 45.

Man kann viele Querabschnitte aus dem dünneren Theil des Filum terminale machen, ohne eine Nervenzelle zu finden; in anderen findet man solche vereinzelt. Was die ächten Nervenprimitivfasern betrifft, so sind diese aber von Bidder und Kupffer offenbar unrichtig gedeutet worden, wie ich alsbald noch näher darlegen will. Bidder und Kupffer sagen: „Unterhalb der Stelle, wo in der grauen Rückenmarksmasse die letzten Nervenzellen auftreten, giebt es keine eigentliche weisse Substanz, keine longitudinal verlaufenden Nervenfasern mehr, zum Beweise, dass letztere von den Zellen nicht nach abwärts gehen können, sondern zum Gehirn anzusteigen bestimmt sein müssen" (Bidder und Kupffer p. 76. 77). Es ist dies aber eine ganz unbewiesene und unrichtige Ansicht. Das Läugnen von Nervenzellenfortsätzen, die noch unterhalb des Ursprungs des N. coccygeus im Rückenmark abwärts gehen, beruht auf keinem Grunde. Im Endfaden des Menschen- (und Säugethier-) Rückenmarks ist es nicht schwer, unter der Austrittsstelle des untersten Fascikels für die Wurzeln der Nervi coccygei noch weisse Substanz, d. h. ächte Nervenprimitivfasern und ächte Nervenzellen nachzuweisen (s. o. p. 1106). Dieser Nachweis wird um so schwieriger, je dünner das Filum terminale wird, weil alsdann die Blutgefässe resp. das Bindegewebe vorwalten, und die genuinen Nervenelemente in einer nur sehr unbedeutenden Menge vorhanden sind. Ausserdem werden diese genuinen Nervenelemente in dem unteren Theil des Filum allmählig immer feiner, wie ja alle Nervenprimitivfasern nächst ihren Endausbreitungen sich in ihrem Durchmesser vermindern.

Und da die feinsten Endausbreitungen der Nerven auch bei den stärksten Vergrösserungen nur als einfache Striche erscheinen (d. h. in einzelne Elementarröhrchen aufgelöst sind), wie z. B. R. Wagner [6]) fand (am electr. Organ des Zitterrochens), u. A. bestätigt haben, so wird mikroskopisch es unmöglich sein, die feinsten Fasern des Bindegewebes von den Elementarröhrchen der Nervenprimitivfasern zu unterscheiden. Wenn also Bidder nnd Kupffer im Filum terminale nur Bindegewebefasern fanden, so kann mit mehr Recht darin die unterste Endausbreitung der Primitivnervenfasern des Rückenmarks, resp. eines Theils derselben erkannt werden.

2. Der Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks.

Die verschiedenen Ansichten über den Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks und über die darin enthaltene gallertartige Masse zeigen, dass über diesen Punkt im Ganzen nur unbedeutende Untersuchungen angestellt worden sind, und dass künftigen Forschern hier noch manche Lücke auszufüllen übrig bleibt.

Die Geschichte des Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks und der davon gegebenen Abbildungen findet man (bis 1811) bei Nicolai [7]).

Nicolai (1811, l. c. p. 210; 1812) fand den Sinus rhomboidalis der Gans in der Mitte 3''' breit; im Ganzen stimmt dies auch mit meiner Erfahrung überein.

Meckel [8]) fand, dass der Boden des Sinus rhomboidalis aus weisser Substanz besteht; ganz übereinstimmend mit meiner Erfahrung, da die Nervenprimitivfasern, welche die Commissura anterior bilden, diesen (sit venia verbo) Boden constituiren.

Nach Carus (Nervensystem, 1814, l. c. p. 191) und Nicolai (Reil's Archiv, XI, 170) soll der graue Hinterstrang des Rückenmarks im Rhomboidalsinus der Vögel zu Tage kommen; — ein offenbarer Irrthum, der wohl dem Umstande seinen Ursprung verdankt, dass man durch die gallertige Substanz

[6]) R. Wagner, in: Götting. Nachr. 1851. Nr. 14.

[7]) Nicolai, Diss. inaug. de Med. spinal. avium etc., Halae 1811; ferner: Nicolai, Ueber das Rückenmark der Vögel etc., in Reil's Archiv, Bd. XI, p. 156, 157 ff., 1812.

[8]) Vergleichende Anatomie von Cuvier, übers. von Meckel, 1808—1810.

hindurch sehend in der Medianlinie (dicht hinter der Commissura anterior) einen graulichen oder dunklen Streif erblickt. Nicolai und Carus halten aber diesen Streif mit Unrecht für graue Substanz, wie ich oben (p. 1113, ff.) deutlich gemacht zu haben glaube.

Die gallertige Masse im Sinus rhomboidalis hielt Carus (1814, l. c. p. 192) für eine Flüssigkeit gleich der, die den Inhalt des Centralcanals des Rückenmarks bildet; diese irrthümliche Angabe entstand daraus, dass Carus die betreffende Substanz nicht mikroskopisch untersuchte, und wohl hauptsächlich aus der irrigen Ansicht, dass der Centralcanal in den Sinus rhomboidalis frei ausmünde (s. u.). Eine Abbildung des Sinus rhomboidalis vom Rückenmark der Taube giebt Carus (1814, l. c., Tab. IV. Fig. XIII) ganz richtig.

Der Erste, welcher eine genauere mikroskopische Untersuchung der gallertigen Substanz im Sinus rhomboidalis unternommen hat, ist, meines Wissens, Remak; er sagt 1838: Jam in substantia, quae in ventriculo rhomboidali avium invenitur, substantiae vitreae extus simili, intus non fibras reperi, sed tantum globulos, globulis adiposis similes (sed aethere non solvuntur), corpuscula nucleata et vasa capillaria" (Remak, 1838, l. c. p. 18, Note).

Diese Angabe Remak's ist im Ganzen der Wahrheit getreu; nur kann ich darin nicht mit Remak übereinstimmen, dass er die Anwesenheit von Fasern in dieser Substanz läugnet. Es finden sich darin (s. o. p. 1114) ächte Nervenprimitivfasern, und ausserdem sehr feine Fasern, die Ausläufer der Zellen.

Guillot fand 1844 [9]), dass der Centralcanal nicht mit dem Sinus rhomboidalis communicirt; eine Angabe, welche auch ich bestätigen muss.

Bratsch und Ranchner (1855, l. c. pag. 41) konnten nicht unterscheiden, ob der Centralcanal in den Sinus einmündet, oder nicht. Diese Autoren geben eine histologisch und morphologisch nicht ganz genügende Abbildung der Querdurchschnittsfläche aus der Mitte der Sacralanschwellung des Rückenmarks der Henne, wahrscheinlich, weil sie eine zu schwache (dreifache) Vergrösserung benutzten (die grauen Vorderhörner sind fast gar nicht angegeben, die weisse Substanz erstreckt sich nicht so tief bis über den Boden des Sinus her, wie die Verf. abbilden).

Der Sinus rhomboidalis in der Sacral-Anschwellung des Vogel-Rückenmarks zeigt sich, nach Metzler (1855, p. 9, l. c.), bedeckt mit einer durchsichtigen gallertigen Masse, unterhalb der Pia mater liegend und die hintere Fläche des Rückenmarks wie die Anfänge der hier austretenden Nervenwurzeln bedeckend. Frisch unter dem Mikroskop untersucht erscheint sie „plicata atque fibrata hyalina . . . cellulis nucleisque cellularum hic illic inspersis praedita, multis vasibus capillaribus penetrata, pulcherrimamque telae conjunctivae in primo evolutionis gradu positae imaginem nobis offert. Neque non cellae epitheliales magnae planaeque deprehenduntur, quae ad piam matrem, quâ haec substantia obducitur, pertinent."

Diese Ansicht Metzler's ist diejenige Bidder's und anderer seiner Schüler; daher ich deren Anschauung hier gleich beifüge. Die den Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks ausfüllende gallertige Substanz halten nemlich Bidder und Kupffer (1857. l. c. p. 47) für „von reichlichem Wasser durchzogene, und zum grossen Theile auf der früheren Stufe einer für das unbewaffnete Auge homogenen oder hyalinen Masse verweilende, Bindesubstanz, eine eben dadurch aufgequollene und verbreiterte Parthie des Processus piae matris, der .. an dieser Stelle zu fehlen scheint. Diese Masse bietet in dünnen aus dem Chromsäurepräparat entnommenen Schnitten ein mikroskopisches Bild dar, welches mit dem Bilde der Chorda dorsalis oder mancher Pflanzengewebe vollkommen übereinstimmt

[9]) N. Guillot, exposition anatomique du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés. Paris 1844. 4. pag. VIII.

(p. 48). Nervenelemente aber, Zellen oder Fasern, sind in dieser ganzen hinteren Commissur nicht enthalten."

In einer Note gaben Bidder und Kupffer (p. 48, Note 1) zu, dass „verschrumpfte Zellen mit strahlenförmigen Ausläufern und äusserst reichlicher Intercellularsubstanz" in dieser gallertigen Substanz vorhanden sind; also doch Zellen. Ob diese nun Nervenzellen seien oder nicht, das ist die Frage.

Die gallertige Substanz im Sinus rhomboidalis des Vogel-Rückenmarks nimmt, nach Bidder und Kupffer (p. 47) „nicht nur die Stelle des Hirnhaut-Fortsatzes, sondern auch eines grossen Theils der grauen Rückenmarks-Substanz, namentlich der ganzen hinteren Commissur ein, ja sie erstreckt sich selbst über die vordere Umgebung des Centralcanals, so dass letzterer ringsum von der hyalinen Masse umgeben ist."

Diese Mittheilungen Bidder's und seiner Schüler geben zu folgenden Bemerkungen Anlass. Das Thatsächliche betreffend, so findet Metzler, wie Bidder und Kupffer, dass, ausser den Blutgefässen, Zellen in dieser Substanz vorhanden sind, grosse und kleine Zellen, mit Ausläufern versehen. Hiermit stimmen auch meine Erfahrungen überein. Ferner sagt Bidder und Kupffer, dass der Processus piae matris (für die hintere Längsspalte) hier fehle, d. h. nicht wie an den übrigen Stellen des Rückenmarks vorhanden sei. Auch hiermit stimmen meine Erfahrungen überein. Weiterhin muss ich mit den Angaben Bidder's und Kupffer's mich einverstanden erklären, insofern sie sagen, dass die gallertige Substanz sich rings um den Centralcanal herum erstreckt, und dass sie zum Theil die Stelle der hintern Commissur (in der Mitte) einnehme. Wenn aber Bidder und seine Schüler diese gallertige Masse für ein unentwickeltes Bindegewebe erklären, so kann ich mich hiermit nichts weniger als einverstanden erklären, weil kein genügender Grund für diese Annahme gefunden werden kann. In Bezug auf die Gebilde, welche Metzler „cellulae epitheliales" nennt, die zur Pia mater gehören sollen, so ist erst zu beweisen, dass diese grossen Zellen zur Pia mater gehören; diese grossen Zellen finden sich in der Tiefe der gallertigen Substanz eben so wohl, als auch an deren Oberfläche nächst der Pia mater; dieser Grund Metzler's ist also nicht haltbar. Wenn Bidder und Kupffer an dieser Stelle eine „aufgequollene und verbreiterte Parthie des Processus piae matris" annehmen, so ist diese Annahme nicht nur willkürlich, sondern ganz irrig, weil man (an guten Querabschnitten durch Chromsäurepräparate, die in Carmin gelegen haben) ohne Schwierigkeit finden kann, dass die Pia mater in dem ganzen Bereich, wo sie die gallertige Substanz bedeckt, nicht dicker oder breiter ist als an anderen Stellen des Rückenmarks, sondern sich eben so verhält wie z. B. an der vorderen oder seitlichen Rückenmarks-Fläche, d. h. feine Fortsätze in das Innere (wie des Rückenmarks, so auch) der gallertigen Substanz sendet. Wenn Bidder und Kupffer weiterhin sagen, dass nur verschrumpfte Zellen mit äusserst reichlicher Intercellularsubstanz hier vorhanden seien, und wenn Bidder und Kupffer wohl aus diesem Grunde hauptsächlich jene Substanz für Bindegewebe halten, so ist dagegen zu erwidern, dass die Zellen nichts weniger als verschrumpft, sondern sehr gross sind, und dass eine sogenannte Intercellularsubstanz hier durchaus nicht angetroffen wird; es liegt Zelle dicht an Zelle, und was zwischen den Zellen liegt, ausser deren Gefässen, sind ganz feine Fasern, die Fortsätze der Zellen. Ich kann daher mit der Deutung dieser Substanz in Bidder's und Kupffer's Sinne nicht einstimmen, und halte jene Zellen vorläufig für Nervenzellen.

Ich gebe gerne zu, dass es schwierig ist, über die Deutung der gallertigen Substanz im Sinus rhomboidalis der Vögel in's Klare zu kommen. Bidder und Kupffer u. A., welche solche nicht als eine genuine nervöse Substanz ansehen, könnten für ihre Anschauungsweise einen wichtigen Grund anführen, den sie aber unberührt lassen, nemlich denjenigen: dass, wenn die grossen Zellen jener Substanz Nervenzellen wären, nothwendig auch Nervenprimitivfasern von ihnen ausgehen müssten, was aber nicht beobachtet werde. Hiergegen muss ich aber geltend machen, dass von den grossen Zellen

allerdings nicht solche Fasern ausgehen, welche gleich bei ihrem Abgang von der Zelle vollständige breitrandige oder doppelt contourirte Nervenprimitivfasern mit Axencylindern, s. g. Mark und Hülle sind, vielmehr gehen nur feine Elementarröhrchen von ihnen aus, die erst in grösserer Entfernung von der Zelle sich zu vollständigen Nervenprimitivfasern verbinden. Letzteres ist zwar nicht mit Sicherheit von mir nachgewiesen, nur eine Hypothese; die mir aber aus früher wiederholt besprochenen Gründen sehr wahrscheinlich ist.

Historische und critische Nachträge.

In den folgenden Mittheilungen gebe ich, als Nachträge zu den historisch-critischen Anhängen der verschiedenen Capitel vorliegender Schrift, noch eine Reihe von Ansichten und Erfahrungen der verschiedenen Forscher aus älterer wie aus neuerer und neuester Zeit, und zwar aus folgenden Gründen. Die Ansichten vieler der ältesten und älteren Forscher schienen mir nicht so bedeutend, um in den historisch-critischen Capiteln eine hervorragende Rolle zu spielen; ich unterliess also oben deren Anführung, um das Historische nicht zu sehr auszudehnen; anderen Theils sind solche aber für alle späteren Forscher wieder hinreichend interessant, um nicht ganz übergangen zu werden. Der Leser findet also über die verschiedenen betreffenden Fragen hier eine historische Nachlese, die immerhin auf einigen Werth Anspruch machen dürfte, ohne absolut vollständig zu sein. Was die Erfahrungen der neuesten Forscher betrifft, welche seit dem Jahre 1857 veröffentlicht worden sind, so konnten viele derselben aus dem Grunde nicht an der ihnen gebührenden Stelle besprochen werden, weil sie später erschienen als die betreffenden Capitel meiner Schrift. Letztere wurde nemlich in fünf Lieferungen publicirt, deren erste im October 1856, die zweite im März 1857, die dritte im Juni 1857, die vierte im Juli 1858 und endlich die letzte im Frühling d. J., 1859, erschien. Aus der Schrift von Bidder und Kupffer, 1857, Jacubowitsch, 1857, u. A., musste daher Vieles für diese Nachträge aufgespart werden. Die Anordnung der hier zu besprechenden Gegenstände ist im Wesentlichen dieselbe wie diejenige, welche ich im 1. Buch dieser Schrift zu Grunde gelegt habe.

1. Den Centralcanal des Rückenmarks betreffend.

Charles Etienne [10]) entdeckte zuerst, gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts hin, den Centralcanal des Rückenmarks; nach ihm sah denselben Piccoluomini [11]). Auch Caldeni [12]) sah den Canal der 4. Hirnhöhle bis unter den Ursprung des Willis'schen Nerven herab im Rückenmark sich verlängern [13]).

10) Charles Etienne, de dissectione corporis humani lib. III. c. fig. etc. a Stepano Riverio. Paris 1545. fol.

11) Piccoluomini, praelectiones anatom. fabricam corpor. human. expl. Romae 1585.

12) Caldeni, institutiones anatomicae, Tom. II, p. 140.

13) Auch Burdach erwähnt, dass Charles Etienne den Centralcanal des Rückenmarks im erwachsenen Menschen zuerst gesehen habe, und führt denselben (Stephan, de dissectione partium. lib. III. p. 337) an; vergl. Burdach, 1819. l. c. I. p. 231. 249. Ebendaselbst finden sich auch die Angaben von Columbus, Piccoloumini, Bauhin, Malpighi, Morgagni, Portal, Günther, Voigtel erwähnt; auch dass schon Galen ihn wahrscheinlich gekannt habe. Die anderweiten Ansichten der älteren Autoren finden sich auch bei Arnold (l. c. 1838) erwähnt; daher ich hier nicht genauer darauf eingehe.

Blasius fand (1666) einen doppelten Canal im Rückenmark, der mit röthlicher oder schleimiger Substanz gefüllt sei. „,. manifestam cavitatem duplicem ad finem fissurae majoris (hinterer Längsspalt) sese exhibentem, mucosa quadam substantia, coloris subrubri ab albicante circumjectâ facile separabili, repletam ..“ (Blasius, l. c. 1666. p. 56.) Die „substantia subrubra“ scheint mir offenbar die Substantia gelatinosa centralis.

Bartholin (s. Blasius, 1666. p. 56. 57) will den Centralcanal aufgeblasen haben „immissa in sinum, s. divisuram, fistula, facillime spiritum ad extrema perducebam, totumque medullae corpus, qua divisura pergebat, visum est elevari.“

In: Ephemerides Naturae Curiosorum, Decas III. ann. I, Observ. CLII (p. 249, ff.) findet sich eine Beobachtung von Dr. J. C. Brunner, (de hydrocephalo laborantium anatomiis) de canali in medulla spinali (p. 253): „spinalis medulla in meditullio perforata fuit et aqua referta. Stylus immissus mergebatur sponte sua ad palmae latitudinem versus maculam (spina bifid.; Brandstelle), quae juxta spinam dorsi visa fuit. Hanc incidi; cavitas adhuc, et spinalis medulla nuda apparuit. .. Tubulo exploravi atque flatu, si quis forte meatus exinde versus cerebrum et vice versa daretur: frustra autem fui, nullum quippe flatum transmisit. Brunner hielt das aber nicht für einen normalen Canalis spinal.; p. 261 (ibid.) sagt er von der hydrocephalischen Flüssigkeit: „inde versus quartum redundans ventriculum spinalem medullam perforavit, canaliculumque per mediam hanc egit.

Chaussier[14]) sagt über den Centralcanal des Rückenmarks, „ce canal nous a toujours paru le produit de l'infiltration morbifique, et de la manière, dont on poussait l'air ou le mercure, pour s'assurer de son existence. On le formera toujours, lorsque le prolongement rhachidien sera très-mol, et l'orsqu'on poussera l'air avec force[15]). Chaussier giebt nur zu, dass die 4. Hirnhöhle nur zuweilen sich etwas tiefer erstreckt, als bis zu dem sichtbaren Ende des Calamus scriptorius; „quelquefois elle va un peu au delà du terme indiqué, et forme une espèce de petit canal vaginiforme, qui s'étend plus ou moins loin, et dans lequel on peut pousser de l'air, on instiller de mercure.“

Sewell[16]) bewies die Anwesenheit des Centralcanals im Rückenmark der Säugethiere, Pferd, Ochs, Hund, Schwein und Schaaf (vergl. auch Reil's Archiv, XII. 119, ff.), bereits im Jahre 1803. Der Canal, weit genug um eine grosse Stecknadel aufzunehmen, fand sich auf jeder Querdurchschnittsfläche des Rückenmarks; es drang etwas Flüssigkeit, ähnlich der in den Hirnhöhlen enthaltenen, daraus hervor. Sewell nahm an, der Canal sei mit einer Haut, ähnlich der Arachnoidea des Gehirns, ausgekleidet. Sein unteres Ende solle sich unmerklich in der Cauda equina verlieren. Dass der Canal ununterbrochen durch das ganze Rückenmark verlaufe, zeigte Sewell dadurch, dass er das Rückenmark in der Mitte durchschnitt, und in die beiden Canalöffnungen Quecksilber goss. Ein dünner Streifen des Metalls ging sowohl nach dem Gehirn als nach dem unteren Ende des Rückenmarks mit gleicher Leichtigkeit über.

Einen Centralcanal im Rückenmark läugnet Keuffel (1810. l. c. p. 180) gegen Morgagni, und hält solchen für krankhaft.

An einem mit Spina bifida behafteten Kinde beobachtete Gall (1810. l. c. p. 71) einen doppelten Canal im Rückenmark, in den er Luft einblasen konnte (von dem Durchmesser einer „tuyau de plume de grosseur moyenne“). Diese Canäle fand Gall (p. 72) auch bei allen Neugebornen und Erwachsenen, nur nicht so weit. „L'on peut donc considérer chaque moitié de la moëlle épinière comme

[14]) Chaussier, Exposition sommaire de la structure etc. de l'Encéphale etc. Paris 1807. 8°. p. 126.

[15]) Gegen Etienne, Columbus, u. A.; auch gegen Haller, welcher gesehen haben wollte, dass Luft in die 4. Hirnhöhle eingeblasen sich weit in das Rückenmark hinein fortsetzte; ferner gegen Senac, Portal, welche bei Spina bifida den Canal sahen.

[16]) Sewell, 1809, Philosophical Transactions, p. 146. 147.

une membrane pliée sur elle même .. qui .. peut être partagée en deux par un léger souffle, et former un canal" (p. 72. 73). Gall hat also den wirklichen Centralcanal des Rückenmarks nicht erkannt.

Arsaky [17]) bemerkte am Zitterrochen einen Centralcanal im Rückenmark; derselbe zeigte auf dem Querdurchschnitt eine Gestalt, welche sonst die graue Substanz des Rückenmarks gewöhnlich hat, nemlich die eines Kreuzes, von welchem zwei Aeste nach oben, zwei nach unten gekehrt sind; die graue Substanz dagegen fehle in diesem Rückenmark. Arsaky hat sich hier sehr geirrt. Der Centralcanal ist da; aber rund; die graue Substanz ist auch da. Arsaky hielt sie für hohl.

Meckel fand 1813 (s. Arsaky l. c.), dass der Centralcanal bei allen Säugethieren am Centralende der Gliedernerven, d. h. an den Anschwellungen des Rückenmarks, sich erweitert.

Den Centralcanal im menschlichen Rückenmark und in dem der Säugethiere beschreibt Carus schon 1814 [18]) .. „ein einfacher zarter Canal durchstreicht das ganze Rückenmark in seiner Mitte, da hingegen von zwei seitlichen Canälen, deren Dasein Gall behaupten zu können meinte, nirgends eine Spur gefunden wird. Dieser Canal .. verschwindet im Menschen .. mit der vollendeten Ausbildung des Körpers (p. 215. 260). .. Auch bei .. Säugethieren .. verengert sich mit der Zunahme des Alters dieser Canal, und wir finden ihn daher im Kalbe verhältnissmässig beträchtlich weiter als im Ochsen (Tab. V, Fig. 23 und 24; leidlich gute Abbildungen zweier Querdurchchnittsflächen). Im normalen menschlichen ausgebildeten Rückenmark sei kein solcher Canal enthalten" (p. 260). Carus konnte ihn „nie weiter als bis ohngefähr in den 1. oder 2. Halswirbel verfolgen" (p. 260).

Den Centralcanal im Fisch-Rückenmark fand (noch vor Arsaky) auch Carus (1814. l. c. p. 129. Tab. II. Fig. 14. 17, vom Karpfen). Er sagt: „Es hat diese Höhle die Gestalt eines zarten Canals, welcher, vom hintersten Ventrikel des Gehirns ausgehend, durch das ganze Rückenmark bis gegen das Ende desselben, aber .. nicht bis in den dünnen Faden, in welchem es ausgeht, sich fortsetzt .." Bei'm Karpfen fand Carus auf der Querdurchschnittsfläche des Rückenmarks den Centralcanal „nur in der Grösse eines Nadelstichs .." in sehr grossen Säugethieren, z, B. dem Ochsen, „kaum grösser .." Den Centralcanal des Frosch-Rückenmarks kannte Carus (1814. p. 172) ebenfalls; den des Vogel-Rückenmarks ebenso (p. 190. 191).

Dass der Centralcanal des Rückenmarks im Fötus (des Menschen etc.) weiter ist als im ausgebildeten Organismus, sagt Carus 1814 (l. c. p. 218 u. a. O.).

Carus (1814) untersuchte den Centralcanal des Rückenmarks bei'm Hühnerembryo (Nervensystem, p. 195).

Noch Carus (1814, p. 317. Tab. IV. Fig. XI. 3) glaubte, dass der Centralcanal des Vogel-Rückenmarks sich in den Sinus rhomboidalis öffne, und bildete solches ab; was aber nicht der Fall ist (s. o. p. 1114); er hielt den Sinus für „eine beträchtliche Erweiterung des Rückenmarkscanals .." (pag. 192).

Im Rückenmark vom Petromyzon glaubte Carus [19]) keinen Centralcanal zu finden. Burdach (1819. l. c. I. p. 257) fand dagegen den Canal.

Die Geschichte des Centralcanals liefert Carus, p. 129. Er soll bei Raja Torpedo besonders weit sein (habe ich nicht gefunden), bei Petromyzon verschwinden (falsch); Burdach fand aber solchen (1819) im Cervicaltheil, und glaubt, er sei im bandförmigen übrigen Rückenmark dieses Thiers nicht vorhanden (l. c. p. 248).

Rosenthal [20]) läugnet die Existenz des Centralcanals im Rückenmark Erwachsener. Die

[17]) Apostolus Arsaky, diss. de piscium cerebro et medulla spinali. Halae 1813. 4°.

[18]) C. G. Carus, Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns nach ihrer Bedeutung, Entwicklung und Vollendung im thierischen Organismus. Mit 6 Kupfert. Leipzig 1814. 4°. p. 215.

[19]) Carus, in: Meckel's Archiv. II. 1816. p. 606. Note.

[20]) Rosenthal, Beitrag zur Encephalotomie, Weimar 1815. 8°. p. 33.

Fortsetzung der Höhle der Calamus scriptorius abwärts „verlängert sich nicht bis an die Durchkreuzung der Pyramiden.“ Nur „im Rückenmark der Neugeborenen“ bemerkte Rosenthal „beim Querdurchschnitt desselben eine haarfeine Oeffnung unter der vorderen Querspalte, welche bis zur Cauda equina sichtbar blieb“, wodurch er sich überzeugt hielt, „dass der durch das ganze Rückenmark fortgehende Canal eine Eigenthümlichkeit der früheren Bildung sei,“ was auch mit Tiedemann's Beobachtung (Zoologie, III, 644), „welcher diesen Canal bei'm menschlichen Embryo von 12 Wochen sich durch das ganze Rückenmark fortsetzen sah,“ übereinstimme.

Tiedemann [21]) fand, dass der Centralcanal an der Anschwellung des Rückenmarks der Embryonen weiter ist als an anderen Stellen.

J. F. Meckel [22]) läugnete 1817 die Existenz eines Centralcanals im menschlichen Rückenmark. Er hält Gall's Canäle für „künstliche Producte“.

Die Anwesenheit des Centralcanals im Rückenmark aller Wirbelthierclassen hob bereits Burdach (1819, I. p. 116) hervor. „Es ist ein Canal, der innerhalb des ganzen Rückenmarks und in dessen ganzer Länge sich erstreckt, von grauer Substanz rings umgeben wird .. von der vordern und meist auch von der hinteren Spalte getrennt ist, eine seröse Flüssigkeit enthält .. nach unten blind endet. Bei den Fischen ist er im Verhältniss zum Rückenmark am weitesten. .. Bei den Vögeln erweitert er sich am Centralende der Flügelnerven, und an denen der Schenkelnerven wird er .. nach oben geöffnet, wo er den der 4. Hirnhöhle ähnlichen Rhomboidalsinus darstellt. Bei den Säugethieren erweitert er sich .. am Centralende der Gliedernerven, wobei das Rückenmark anschwillt. .. Bei'm Embryo .. bleibt ein Canal, der durch das Ansetzen immer neuer Substanz nach und nach verengert wird. Wenn dies bei den Thieren nie so weit geht, dass der Canal ganz verschwände, so wird er dagegen bei'm Menschen einige Zeit nach der Geburt durch feste Substanz verdrängt . . doch bleibt der Canal, oder tritt wieder hervor, wie es scheint, wo .. die Absonderung in der serösen Haut zu lebhaft ist, und es zu einer Wasseransammlung kommt“ [23]).

Dass diese Angaben, mit Ausnahme einiger weniger, ganz mit den Resultaten auch meiner Untersuchungen einstimmen, liegt auf der Hand. Ob der Centralcanal bei Fischen relativ am weitesten ist, lasse ich dahin gestellt. Dass solcher bei Vögeln im Rhomboidalsinus sich öffne — ist ein Irrthum (s. o. p. 1148); dass die Anwesenheit des Centralcanals im normalen menschlichen Rückenmark nicht anzunehmen sei, — ist auch ein Irrthum.

Bellingeri (1823, l. c. pag. 19. 20) läugnet den Centralcanal im Menschen-Rückenmark, „mihi numquam hucusque hujusce canalis praesentiam contigit observare in homine, sed in bove constanter conspexi non tantum in hac (oberstem Hals-Nervengebiet), sed et in inferioribus quibusdam medullae regionibus.“ Bellingeri bildet (Tab. I, Fig. 11, l) diesen Canal ab; auch Fig. 16. 18.

Die Existenz des Centralcanals im ausgebildeten Rückenmark fand Rolando (pag. 23) bei Vögeln, Fischen und Reptilien, „questo canale esiste costantemente e pendente l'intiera vita dell' animale nei pesci, nei rettili e negli uccelli.“

Der Centralcanal öffnet sich, nach Rolando (pag. 24), in den Sinus rhomboidalis, 4. Hirnhöhle. Auch bei jungen Säugethieren fand Rolando den Centralcanal des Rückenmarks „si conserva per qualche tempo dopo la loro nascita“ (p. 24). Desgleichen in einem Fall bei erwachsenen Säugethieren. Er fand „un piccolo canale . . nella regione sacre del bue“ (p. 24).

Bei erwachsenen (Menschen und Wirbelhieren) nimmt Rolando die Existenz des Centralcanals als eine Hemmungsbildung, resp. Entwicklungs-Anomalie an „. . se alcuna di queste operazioni

[21]) Tiedemann, 1816, Anat. und Bildungsgesch. des Gehirns im Fötus des Menschen etc. Nürnberg 1816. 4°.
[22]) J. F. Meckel, Handb. d. menschl. Anat. 1817. III. p. 444.
[23]) Burdach, 1819, I, p. 116. 117.

(der Bildung des Rückenmarks) viene ritardata, si dee necessariamente osservare il vestigio del canale primitivo, che esiste constantemente nel feto . ."

Langenbeck (1831) nahm den Centralcanal des Rückenmarks nur bei'm Embryo an, als solchen, „der bei zunehmender Corpulenz der Markfibern verschwindet" (Nervenlehre, l. c. p. 30).

Den Centralcanal des Rückenmarks fand auch Arnold (1838, p. 10) mit Stephanus, Columbus, Piccoluomini, Bauhin, Malpighi, Morgagni, Portal, Burdach, Weber, gegen Tiedemann u. A. Dass derselbe „von dem Kern der grauen Substanz ringsum eingeschlossen wird", bemerkt Arnold (ibid. p. 11) ganz richtig.

Förg [24]) (p. 6) äussert sich über den Centralcanal des Rückenmarks: „Das neugeborne Kind bringt einen solchen Canal, den alle Wirbelthiere ihr ganzes Leben lang behalten, mit auf die Welt; aber nach einigen Monaten schliesst er sich endlich gänzlich . . ." Das Nämliche wiederholt Förg 1844, l. c. p. 65. 66.

Der Centralcanal soll, wo vorhanden, „immer und ohne Ausnahme in der Mitte der grauen Commissur und somit im Centrum des Rückenmarks selbst befindlich" sein (Förg, 1839, l. c. p. 13. 14), was für die meisten Fälle nicht richtig ist (s. o.).

Den Centralcanal des Rückenmarks fand Wilbrand [25]) „durch das ganze Rückenmark bis zum Gehirn hin . ." bei Kindern und sämmtlichen Thieren nie fehlend . . „bei Erwachsenen oft schwer nachweisbar . ., doch jedesmal dann deutlich, wenn bei einer Section eine nur etwas beträchtlichere Ansammlung von Serum in den Ventrikeln sich vorfand. Immer jedoch ist sein inneres Lumen bei Menschen weit enger, wie bei Thieren."

Gratiolet (1852, l. c. p. 272) statuirt „un petit canal longitudinal a parois grises, c'est le ventricule de la moëlle épinière." Gratiolet (1852, l. c. p. 273) fand zu beiden Seiten des Centralcanals „un petit conduit logeant un tronc vasculaire", übereinstimmend für die meisten Höhen des Rückenmarks mit meinen Erfahrungen.

Die Existenz des Centralcanals im Rückenmark ist, wie Clarke 1853 (l. c. p. 354, Note) gegen Kölliker sagt, „unquestionable", er sei nur oft im menschlichen Rückenmark „. . often closed, and reduced, as if by lateral pressure, to a mere line . ."

Nach Luschka [26]) soll ein Centralcanal im Rückenmark nie ganz fehlen, „gewöhnlich aber an den meisten Stellen obliterirt sein . . durch Bindegewebe, Epithelialtrümmer, und Corpora amylacea . . und in der Mitte des Rückenmarks befinde sich unter allen Umständen keine Nervensubstanz." Bei'm Pferd fand Luschka (p. 22) stets den Centralcanal $^3/_4$ Mm. weit.

Den Durchmesser des Centralcanals fand Metzler (bei der Gans in der Sacralanschwellung, l. c. p. 15) 0,034''' von einer Seite zur andern, 0,0189''' Par. von vorn nach hinten, die Epitheliumschicht 0,00189''' dick; in der Brustanschwellung 0,053''' und 0,018'''; die Epithelialschicht 0,0075''' Par.

Den Centralcanal des Rückenmarks nehmen Bidder und Kupffer als constant in allen Wirbelthierclassen an (p. 41). Am weitesten ist der Centralcanal, nach Bidder und Kupffer (p. 41), in der Nähe seiner Ausmündung, und auch im Endfaden des Rückenmarks, weiter in den Anschwellungen, enger zwischen denselben; auf dem Querschnitt ist seine Form bald oblong, bald kreisförmig u. s. w. Hiermit stimme ich ganz überein. Den oft zu beobachtenden Inhalt des Centralcanals halten Bidder und Kupffer (p. 42) für „mit ausgetretetenem Blut vermischtes Gerinnsel des liquor cerebro-spinalis", womit ich ganz übereinstimme. Die Lücken neben dem Centralcanal (auf Querabschnitten) werden von Bidder und Kupffer mit Recht für Gefässdurchschnitte gehalten (p. 43).

24) Dr. A. Förg, Das Rückenmark des Menschen etc. München 1839. 8°.

25) Wilbrand, Anat. u. Physiol. der Centralgebilde des Nervensystems. Giessen 1840, p. 40. 41.

26) Luschka, Adergeflechte, 1855, p. 21.

Dass der Centralcanal des Rückenmarks in der Lendenanschwellung kleiner sei als im Conus medullaris, mehr eine runde Form habe, resp. sein längster Durchmesser von rechts nach links gerichtet sei — sagt Jacubowitsch (1857. p. 14) übereinstimmend mit meinen Erfahrungen. Ebenso, dass er in der Lendengegend, oberhalb der Sacralanschwellung, noch kleiner werde (p. 27), und am kleinsten im Dorsaltheile (p. 28).

Den Centralcanal im Conus medullaris fand Jacubowitsch (1857. l. c. p. 10. 11) wie im Rückenmark „überall (p. 14 u. a. O.) von einem cylinderförmigen, mit Flimmern versehenen, Epithelium ausgekleidet".

Die Lage des oblongen Centralcanals im Conus medullaris fand Jacubowitsch (1857. p. 10) „nicht in der Mitte, sondern er berührt mit seinem vorderen Umriss unmittelbar die vorderen Nervenstränge [soll wohl heissen: vorderen weissen Rückenmarksstränge], während sein hinterer Umriss weit von den hinteren feinen Nervensträngen [Hintersträngen] absteht. Der Centralcanal wird also von den hinteren, die graue Substanz begränzenden, Nervensträngen durch graue Masse von ansehnlicher Breite getrennt"; dies stimmt auch mit meinen Erfahrungen (vergl. Taf. X. Fig. 25).

2. Die Substantia gelatinosa centralis betreffend.

Die Substantia gelatinosa centralis und den Centralcanal beobachtete auch Blasius, obwohl nicht genau genug „.. manifestam cavitatem duplicem, ad finem fissurae majoris sese exhibentem, mucosa quadam substantia, coloris subrubri, ab albicante circumjectâ facile separabili, repletam .. spectamus." Der doppelte Canal war wohl zum Theil durch Blutgefässlumina erzeugt.

Die Substantia gelatinosa centralis beschreibt auch Rolando (p. 57. 58).

Die Substantia gelatinosa centralis (des Menschen) bezeichnet Luschka[27]) als „eine aus Bindegewebe bestehende Grundlage einer feinen Membran, auf welcher eine Art (?) von Epithelium ausgebreitet lag." Als Bindegewebstheile fand Luschka „isolirte, zu einem Maschenwerk angeordnete geschlängelte oder gerade Fibrillen; .. dickere, in verschiedener Richtung mit einander verschmolzene, und im faserigen Zerfalle (?) begriffene Streifen .., in den Maschen dieses Gerüstes lagen .. Corpora amylacea eingebettet."

Das Epithelium des Centralcanals im Rückenmark fand Luschka[28]) zusammengesetzt aus „rundlichen, platten, Nucleus-ähnlichen Körperchen, in einer feinen Molecularmasse ohne bestimmte Ordnung gelagert .. ähnlich wie an manchen Stellen der Arachnoidea."

Das Epithelium des Centralcanals bei'm Pferd fand Luschka[29]) bestehend aus „dicht gelagerten, conischen, sehr in die Länge gezogenen, mit dünnen Stielchen angehefteten Körperchen .. 0,048 Mm. lang, 0,006 Mm. in der Mitte breit; am freien Ende nicht selten mit überhangendem Rande .. mit feinen Flimmerhärchen versehen."

Dass der Centralcanal „immer von einem Epithelium bekleidet" sei, geben Bidder und Kupffer (p. 42) an.

Das Epithelium des Centralcanals besteht nach Bidder und Kupffer (p. 42) „aus sehr gestreckten conischen Zellen, die .. dicht aneinander gelagert, eine Schicht bilden, die schon durch ihre geringere Durchsichtigkeit von den tieferen Schichten der Canalwandungen sich unterscheidet. An der gegen den Canal gerichteten Seite dieser Epithelialzellen ist .. freilich nur bei jüngeren Säugethieren, eine Reihe aufsitzender Flimmerhaare zu beobachten."

27) Luschka, Adergeflechte, 1855, p. 20.
28) Luschka, Adergeflechte, 1855, p. 20.
29) Luschka, Adergeflechte, 1855, p. 22.

Die faserigen Fortsätze der Epithelialzellen des Centralcanals fanden auch Bidder und Kupffer (p. 44). Diese Fasern treten in die graue Substanz ein, wo sie „sich theils an andere Fasern anschliessen, theils in Bindegewebszellen übergehen, theils endlich mit formlosen Parthieen der grauen Masse verschmelzen.“ Mit meinen Beobachtungen im Allgemeinen übereinstimmend.

Den vor dem Centralcanal gelegenen Theil der Substantia gelatinosa centralis beschreiben Bidder und Kupffer (p. 50) als einen Theil der vorderen Commissur, als „gebogene, der erwähnten Ringcommissur angehörige Faserzüge, zu welcher in mitunter sehr deutlicher Weise ein die ganze Breite jenes Raumes durchziehendes Längsbündel hinzutritt, welches die .. Fortsetzung des in die vordere Spalte sich einsenkenden Fortsatzes der Pia mater ist. Mit diesem Längsbündel sich kreuzend und an die Fasern der Ringcommissur angränzend verlaufen in wechselnder Breite Züge von querlaufenden Fasern mit eingestreuten Kernen oder sternförmigen Zellen, die, in die .. Faserzüge der grauen Masse oder deren formlose Substanz übergehend, den rein bindegewebigen Theil der .. vorderen Commissur ausmachen.“

Gegen die Beschreibung ist im Allgemeinen nichts einzuwenden. Mit der Deutung bin ich nicht einverstanden.

Bidder und Kupffer's Abbildung der gallertigen Substanz im Vogel-Rückenmark (Bidder und Kupffer. 1857. l. c. Fig. 1) ist getreu.

3. Die Commissura anterior betreffend.

Gall (1810. l. c. p. 58) läugnet die Durchkreuzung der Rückenmarksfasern auf dem Boden der vorderen Längsspalte, gegen Sömmerring, Vicq d'Azyr, Cuvier u. A. .. excepté le véritable entrecroisement des pyramides, il n'y en a aucun autre dans toute la longueur de la moëlle èpinière.“ Gall giebt nur zu (p. 59), dass „les petits faisceaux transversaux se dirigent de côté vers la ligne médiane, sans arriver les uns vis-à-vis des autres; les faisceaux d'un côté aboutissent dans l'intervalle, qui se trouve entre deux faisceaux du côté opposé, comme les pointes des dents molaires de chaque mâchoire s'engrènent les unes dans les autres (Planche II. Fig. 4. aa).“ Gall kam zu dieser irrigen Ansicht durch seine ungenügende Untersuchungsmethode, Auseinanderziehen der Vorderstränge.

Querfasern auf dem Boden der vorderen Längsspalte des Rückenmarks bemerkte Burdach (1819. I. 128, 129).

Die Commissura anterior der weissen Vorderstränge (auf dem Grunde der Fissura anterior) läugnet Rolando (p. 24), gegen Gall u. A., und hält die hier erscheinenden Fasern für „le pieghe parallele della lamina o tela midollare“ — eine, aus der irrigen Ansicht über die Bildung der weissen Substanz durch eine gefaltete Marklamelle entsprungene, falsche Behauptung.

Förg nennt die Commissura posterior „die graue Commissur“ (1839. l. c. p. 10. 11) und streitet gegen Remak, der (1838. l. c. p. 11. 12) auch das Vorhandensein einer Commissura alba posterior statuirt. Die oben bereits gegebenen Erörterungen geben genügende Aufklärung gegen Förg's Anschauung.

Die Commissura anterior nennt Wilbrand (1810. l. c. pag. 116 u. a. O.) „blendend weisses Mark“.

Gratiolet (1852. l. c. p. 272) nennt die Commissura anterior „commissure .. blanche, unissant les faisceaux antérieurs“.

Die Entstehung der Commissura anterior erklärt Gratiolet (1852. l. c. p. 273) in folgender Weise: „.. un grand nombre de fibres, qui, du faisceau antérieur et du faisceau moyen d'un côté de la moëlle, se portent dans le faisceau antérieur du côté opposé. Ces fibres s'entrecroisent sur la ligne

médiane avec des fibres analogues, et cet entrecroisement constitue, ce que nous avons appelé, avec les auteurs, commissure blanche de la moëlle épinière.“ Demnach ist Gratiolet eines Theils der Ansicht Kölliker's, in Betreff des Antheils, den die Vorderstränge nehmen. Derjenige Theil von Fasern aber, welcher von den Seitensträngen aus in die Commissur gehen soll, müsste nothwendiger Weise das graue Vorderhorn quer durchziehen; dieser Faserzug existirt aber nicht in genügend nachweisbarer Weise; und was die Fasern der Vorderstränge betrifft, so habe ich oben bereits nachgewiesen, dass auch sie nicht denjenigen Antheil an der Commissurenbildung haben, welchen Kölliker (und Gratiolet) ihnen zuweist. Die ganze Ansicht Gratiolet's über die Bildung der vorderen Commissur kann daher nicht als eine richtige zugelassen werden. Gratiolet selbst sagt: „Je me hâte d'ajouter, que toutes les fibres des faisceaux antérieurs et moyens ne prennent point une part évidente à cet entrecroisement, qui m'a paru n'être que partiel.“

Dass die vordere Commissur „dans toute la longueur de l'axe“ des Rückenmarks mit Evidenz nachgewiesen werden kann, sagt Gratiolet (1852. l. c. p. 273) übereinstimmend mit meinen Erfahrungen.

Die vordere Commissur entspricht, in Betreff ihres Flächeninhalts, der Dicke der vorderen Nervenwurzeln, nach Schilling (p. 20).

Die Commissura anterior beschreiben Bidder und Kupffer (p. 50. 51) als „Faserzüge von dunklerer Farbe und geringerer Durchsichtigkeit als die Substantia gelatinosa centralis (welche sie als den rein bindegewebigen Theil der vorderen Commissur ansehen), bestehend aus gedrängt liegenden theilweise doppelt contourirten Nervenfasern (besonders bei Vögeln), theilweise aus nackten Axencylindern (bei Säugethieren), oder ausschliesslich aus nackten Axencylindern (bei Amphibien und Fischen), welche .. querlaufend schief von hinten nach vorn oder umgekehrt von einer Rückenmarkshälfte zur anderen verlaufen und sich kreuzen, unter Winkeln, welche nach vorn, gegen den Grund der vorderen Längsspalte, immer spitzer werden.“

Mit dieser Beschreibung der vorderen Commissur muss ich zwar im Allgemeinen übereinstimmen; im Speciellen aber keineswegs. Nackte Axencylinder finde ich nirgends in derselben, eben so wenig als ich die Kreuzungswinkel um so spitzer finde, je näher dem Grunde der vorderen Längsspalte. In dem historisch-critischen Anhang zur Commissura anterior habe ich über Kupffer's Ansichten mich bereits ausgesprochen. Evident falsch ist aber die Beschreibung des Verlaufs der vordersten Commissurenfasern, wie Bidder und Kupffer, p. 51, solche geben. Sie sagen: „Die vordere Rückenmarksspalte dringt nämlich nicht durch die ganze Tiefe der vorderen Längsbündel des Marks hindurch .. so dass zum Theil wenigstens die letzteren durch einen zwischen sie sich einschiebenden Zipfel der grauen Substanz [das ist eben die vordere Commissur, welche doch nicht graue Substanz ist, nur auf dem Querschnitt scheinbar grau ist, d. h. heller als die Querdurchschnittsfläche der weissen Vorderstränge ist] von einander geschieden werden, oder mit anderen Worten, dass die nach hinten gerichtete schmale Seite dieser Bündel tief in die graue Substanz eindringt. Die aus den vorderen Hörneren dieser letzteren herkommenden Commissurenfasern schlagen sich nun um dieses hintere Ende der vorderen Längsbündel herum, dringen von beiden Seiten her in die dieselbe trennende graue Substanz hinein, gehen also gegen den Grund der vorderen Längsspalte vorwärts, und müssen bei ihrer zugleich schiefen Richtung in um so spitzerem Winkel zusammentreffen, je mehr sie nach vorn gelangt sind.“

Hiergegen ist einzuwenden, dass die zur Commissur gehenden Fasern aus den grauen Vorderhörnern nur zum kleinsten Theile um die hintersten Bündel der weissen Vorderstränge sich herumschlagen, zum grösseren Theile vielmehr quer zwischen den hintersten Bündeln der weissen Vorderstränge hindurchtreten, sich mit letzteren kreuzen, noch ehe sie zur vorderen Commissur gelangt sind, und, in dieser selbst angelangt, die verschiedensten Richtungen und Kreuzungswinkel

zeigen, nicht aber ausnahmslos in der einen Richtung von hinten und aussen nach vorn und innen schräg von einer Seitenhälfte zur anderen verlaufen. Man vergl. meine Abbildungen, Taf. I, und den historisch-critischen Anhang zur Commissura anterior.

Wenn daher Bidder und Kupffer (p. 51) ferner sagen, „dass die Fasern (der Commissur) nach ihrer Kreuzung auf diese weisse Substanz (Vorderstränge) treffen und in sie eintreten müssen", so ist andererseits übersehen, dass sie, schon bevor sie zur Commissur traten, sich mit den hintersten Bündeln der weissen Vorderstränge gekreuzt hatten.

Uebrigens sagen Bidder u. Kupffer (p. 52) bald nachher ganz richtig, dass „der nach hinten gerichtete, keilförmig in die graue Substanz eindringende, Theil der weissen Vorderstränge von den Commissurenfasern so durchsetzt würde, dass sie von der inneren Seite her in jene Längsbündel eintreten und an der äusseren Seite dieselben verlassen," wobei es, nach meinen Untersuchungen, heissen müsste: in die äussere Seite ein- und aus der inneren Seite der Vorderstränge austreten. Ferner sagen sie (p. 52): „Constant wird von jenem in die graue Substanz hineinragenden Keil der Vorderstränge die hinterste Spitze durch einige breite, zum Durchgang der Commissurenfasern bestimmte Züge grauer Substanz abgeschnitten," was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt, die aber hier keine graue Substanz zulassen.

Wenn Bidder und Kupffer über den Lauf der Nervenelemente der vorderen Commissur (p. 53) sagen, dass sie „aus den vorderen Hörnern der grauen Substanz herkommen, theils aus der vorderen Spitze derselben, theils aus den mehr nach hinten bis zur Basis gelegenen Theilen des Vorderhorns .. von da convergirend jederseits gegen die keilförmige hintere Spitze der Vorderstränge laufen, zu einem grossen Theile sich um diese herumschlagen, anderen Theils die Lücken zwischen deren einzelnen Inseln durchsetzen, dadurch in den von grauer Masse angefüllten Raum zwischen den beiden Vordersträngen gelangen, hier sich nach vorn bis zur Längsspalte fortsetzen, indem sie, zur entgegengesetzten Seite hinübergehend, sich mit den von letzterer herkommenden Fasern kreuzen, und endlich durch die weisse Substanz in das Vorderhorn der anderen Seite eintreten .." so kann ich in mehrfacher Beziehung nicht mit Bidder und Kupffer einstimmen. Zuerst kommen Fasern der Comm. ant. auch aus den grauen Hintersträngen, resp. den hinteren centralen Nervenbahnen; ferner findet sich zwischen den weissen Vordersträngen kein von grauer Masse angefüllter Raum; sondern nur die Comm. anter. füllt diesen Raum, und nur durch Verwechselung von querlaufenden Nervenprimitivfasern und Bindegewebe mit grauer Substanz ist es möglich, jenen Raum als mit grauer Masse gefüllt zu bezeichnen. Endlich ist es zweifelhaft, ob alle Fasern der Commiss. ant. einer Seite in das graue Vorderhorn der anderen Seite übertreten; ob nicht manche zum Gehirn verlaufen, manche in vordere Nervenwurzeln übergehen, ohne das graue Vorderhorn der (anderen) Seitenhälfte zu berühren.

Den unmittelbaren Uebergang der aus der vorderen Commissur austretenden Fasern in die Längsfasern weisser Vorderstänge läugnen Bidder und Kupffer (p. 51. 52. 54), weil sich ein solcher Uebergang auf Längsabschnitten nie beobachten lasse, und weil „diese in die weisse Substanz eintretenden Commissurenfasern keineswegs in derselben verbleiben, sondern nach kürzerem oder längerem, geradem oder geschwungenem Verlauf, wieder aus ihr heraustreten, um in die grauen Vorderhörner zu gelangen." Die austretenden Fasern der Comm. ant. bleiben aber nicht sämmtlich in horizontalen Ebenen, sondern viele beugen in die verticale Richtung um, und bilden, wenn auch nur kürzere oder längere Strecken, dennoch Theile der weissen Vorderstränge; nach meinen Untersuchungen wenigstens. Dass die austretenden Fasern der Commiss. anter. „keineswegs durchgängig in der Horizontalebene verbleiben, sondern zum Theil in ansteigender Richtung von einer Seite zur anderen hinübergehen," beobachteten auch Bidder und Kupffer selbst, p. 52. Hiermit in Widerspruch leugnen die Verfasser an anderer Stelle ihrer Schrift eine Umbeugung der aus der Commissura anterior in die weissen Vorderstränge austretenden Querfasern in die longitudinale Richtung, und also den Uebergang von Com-

missurenfasern in Längsfasern weisser Vorderstränge (Bidder und Kupffer, l. c. p. 91), weil sie auf entsprechenden Längsabschnitten nie solche Umbeugung der sich in den Vordersträngen „verlierenden" Querfasern sahen. Bidder und Kupffer sahen aber überhaupt auch nicht, wohin diese Fasern schliesslich gehen, obwohl sie annehmen, dass sie alle aus dem grauen Vorderhorn der einen Seite in das der andern hinübergehen (p. 92). Hiermit kann ich mich aber nicht einverstanden erklären; die betreffenden Fasern beugen zum Theil aus der queren in die longitudinale Richtung um.

Dass auf Längsabschnitten (welche in rechtem Winkel durch die Fissura anterior, resp. hinter ihr herfallen) die vordere Commissur ihre Querfasern in Continuität zeigt, so dass letztere über die isolirten hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge hinaus „und dieselben unter rechtem Winkel kreuzend, ziemlich weit in die graue Substanz hineinragen", beschreiben auch Bidder und Kupffer, p. 88, 89, ganz gut.

Dass die hinteren Fasern der Commissura anterior auf Längsabschnitten, welche im rechten Winkel auf die (verlängert gedachte) Fissura anterior fallen, als Nervenfasern erscheinen, „die sich mit jenen (hintersten isolirten Längsfaserbündeln der weissen Vorderstränge) unter rechten oder schiefen Winkeln kreuzen und, über dieselben hinausgehend, in gestrecktem Verlaufe von der grauen Substanz einer Seite zur anderen hinübergehen", sahen Bidder und Kupffer (p. 89).

Im Allgemeinen stimmen auch meine Erfahrungen hiermit überein (wie aus einer Ansicht meiner betreffenden Abbildungen hervorgeht) mit dem Unterschied, dass der Verlauf genannter Fasern nicht immer als „gestreckter" zu bezeichnen sein dürfte.

Dass die Zahl der in die Comm. ant. eintretenden Fasern in den Anschwellungen des Rückenmarks grösser ist, entsprechend der Zahl der Nervenzellen, als an anderen Stellen, behaupten auch Bidder und Kupffer (p. 54).

Dass die Bezeichnung „weisse" Commissur für die Comm. ant. nur bei den Vögeln gerechtfertigt sei, behaupten Bidder und Kupffer (p. 54) mit Unrecht. Wenn sie sagen, dass „bei Säugethieren die dunkelrandigen Nervenfasern in dieser Gegend schon weniger scharf ausgeprägt sind", so stehen meine Erfahrungen direct entgegen.

Die vordere Commissur wird nach Jacubowitsch (1857. l. c. p. 2. 22) dadurch gebildet, dass „die symmetrisch gelagerten Gruppen der multipolaren Nervenzellen sich mit einander verbinden, und zwar charakteristisch in der Weise, dass diese Comm. immer als ein Flechtwerk von dicken Zellenausläufern erscheint, die in verschiedenen Richtungen einander durchsetzen." Mit dieser Ansicht kann ich nicht übereinstimmen. Zuerst sind die Nervenzellen-Gruppen nicht symmetrisch, wenigstens sieht man sie nicht so; zweitens verfolgt man einen dicken Nervenzellenfortsatz mit der nöthigen Sicherheit nie bis in die vordere Commissur, noch viel weniger kann man eine Commissurenfaser in eine Nervenzelle der linken und eine entsprechende der rechten Seitenhälfte des Rückenmarks verfolgen. Offenbar hat Jacubowitsch hier Nervenprimitivfasern und Nervenzellenfortsätze identificirt, was für viele Fälle zwar richtig, in der von Jacubowitsch angenommenen Weise aber nicht zuzugeben ist. Ich gehe absichtlich nicht auf die andern Angaben Jacubowitsch's über die „Umwandlung der vorderen Commissur in die Pyramiden" der Medulla oblongata ein, welche Annahme ich ebenfalls nicht gerechtfertigt finden kann.

Dass auch im Rückenmark der Fische zwei ächte Commissuren (aus Nervenprimitivfasern bestehend) vorkommen, fand Kölliker 1857 [30]) am Rückenmark der Barbe und des Döbels.

Die Commissura anterior des Frosch-Rückenmarks fand Kölliker [31]) bestehend: „1) aus gekreuzten Fasern, die aus den Vordersträngen herauskommen, und 2) aus einfachen parallel von einer

[30]) Kölliker, 1857, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX.
[31]) Kölliker, 1857, Zeitschr. f. w. Zool. IX.

Seite zur anderen ziehenden Commissurenfasern." Sie treten bogenförmig in Bündeln oder pinselförmig in die grauen Hinterhörner. Andere treten in die Vorderhörner gegen die äusseren Theile der Vorderstränge hin; spärliche Theile derselben gehen gegen die Seitenstränge.

Ueber den Weiterverlauf hat Kölliker vorerst noch nichts Entscheidendes auffinden können.

Kölliker bemerkt ausdrücklich, dass er da, wo Kupffer und Bidder Bindegewebe als die Commissur erzeugend annehmen, er wirkliche Primitivnervenfasern statuirt.

„Dass die vordere Kreuzungs-Commissur von den longitudinalen Fasern der weissen Vorderstränge abstammt", glaubt Kölliker am sichersten am Filum terminale des Frosches, das — ganz — bei 350facher Vergrösserung untersucht wird, nachgewiesen zu haben.

Die Commissura anterior am unversehrten frischen Filum terminale des Frosch-Rückenmarks fand nämlich Kölliker [32]) bei 350facher Vergrösserung, in folgender Weise: „Untersucht man die vordere Fläche in der Mittellinie . . so zeigen sich — um so oberflächlicher, je weiter nach unten — eine Menge quer verlaufender Fasern, die von einer Seite zur anderen übertreten . . dieselben stammen von den longitudinalen Fasern der vorderen Seite des Filum ab, welche . . bogenförmig oder unter schiefen Winkeln umbeugend . . sich in die Querrichtung stellen, und von einer Seite auf die andere übergehen. Hierbei kreuzen sich die Fasern der rechten und linken Seite oft aufs Deutlichste."

4. Die Commissura posterior betreffend.

Eine Commissura posterior der weissen Hinterstränge läugnet Rolando (p. 55) mit Recht.

Nach Wilbrand (1840. l. c. p. 42) „findet sich bei Erwachsenen auf dem Boden der Fissura longitudinalis posterior des Rückenmarks eine ähnliche blendend weisse Markschicht wie die Commissura anterior . . es liegt aber keine graue Substanz zwischen ihr und dem Canalis centralis." Nur zum Theil wahr.

Am Grunde der hinteren Längsspalte bemerkte Wilbrand (1840. l. c. p. 113 ff.) „ein quer sich in beide Markhälften erstreckendes Häutchen . . welches . . den Canalis centralis bildet, und sich nach jeder Seite zwischen die hinteren Flügel der grauen Substanz und die Marksubstanz hinein erstreckt . . bis auf die Hälfte des ganzen Flügels nach der Peripherie hin . ." zu verfolgen. Es liegt ein Stück Wahrheit in diesen Behauptungen, insofern evidente Nervenprimitivfasern quer durch die Commissura posterior hin in die Seitentheile des Rückenmarks verlaufen.

Gratiolet nennt die Commissura posterior „commissure grise, passant d'un axe gris à l'autre" (1852. p. 272), mit Unrecht; eines Theils geht auch die Commissura anterior von der grauen Substanz (axe gris) beider Seitenhälften aus; anderntheils ist die hintere Commissur nicht ausschliesslich grau (s. o. den Abschnitt über die Commissura posterior).

Die Commissura posterior wird von Bidder und Kupffer (p. 47) zum Theil ganz gut beschrieben (obwohl als Bindegewebe betrachtet) als „deutlich wahrnehmbare querlaufende Fasern und Faserbündel, die . . auf dem Querschnitt zu einem bandartigen Streifen zusammengedrängt sind, welcher Anfangs dicht an der vorderen Peripherie der hinteren weissen Rückenmarksstränge hinzieht, dann aber an der inneren Seite der Basis der hinteren grauen Hörner sich in seine Elemente, d. h. in einzelne Faserzüge auflöst, die strahlenförmig, theils rückwärts in die hinteren Hörner einbiegen, theils die ursprüngliche quere Richtung der Fasern einhalten, theils endlich sich nach vorn wenden, immer weiter sich ausbreiten, mehr und mehr in einzelne Fasern sich auflösen und endlich dem Auge entschwinden."

[32]) Kölliker, 1857, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX.

In vielen Querabschnitten wird man ein solches Bild erkennen. Bidder und Kupffer haben aber das Wichtigste, einen Zusammenhang der Fasern der hinteren Commissur mit hinteren centralen Nervenbahnen nie gesehen; sonst würden sie nicht diese Commissur für Bindegewebe erklären. Ausserdem sieht man die ächten Nervenprimitivfasern der Commiss. posterior an Querabschnitten aus mit Carmin imbibirten Chromsäurepräparaten in Form von weissen breiten bandartigen Massen quer durch die rothgefärbte Substantia gelatinosa centralis hindurch ziehen, eben so wie die centralen hinteren Nervenbahnen durch die Subst. gel. Rolando ziehen, s. o. p. 872.

Dass die Commissura gelatinosa Remak's nur im Rückentheil des Rückenmarks der Säugethiere vorkomme, geben auch Bidder und Kupffer (p. 64, Note) an.

Die Commissura posterior bezeichnet Jacubowitsch (1856, l. c.) als „die feinen Fasern der Empfindungszellen, die .. einfach um den Centralcanal liegen."

Die Commissura posterior entspringt nach Jacubowitsch (l. c. 1856) von den Empfindungszellen, neben dem Centralcanal, „die hier in dieser Tiefe ihre stärksten Lager haben, und massenhaft zu beiden Seiten ununterbrochen liegen."

Evident meint Jacubowitsch hier die von mir sogenannten Dorsalkerne. Der Verfasser sagt, „nach aussen von diesen Zellen liegen der Länge nach die gröberen Fasern auch mit Bindegewebskörpern untermischt." Wie sich aber Bindegewebskörper von den Empfindungszellen unterscheiden, sagt Verfasser nicht. Kreuzung der Fasern in der Commissura posterior läugnet Jacubowitsch (ibid.).

Dass ich mit allen diesen Annahmen nicht übereinstimmen kann, geht aus den früheren Mittheilungen (vergl. o. p. 983, ff.) hervor.

Die Commissura posterior des Rückenmarks besteht nach den neueren Mittheilungen Jacubowitsch's (1857. l. c. p. 3) aus den Ausläufern der Empfindungszellen, „deren Feinheit, feine und stark reflectirende Contouren sie vor jeder Verwechselung mit anderen Nervenfasern schützen" soll. Auch die Ausläufer der sympathischen Zellen sollen sich „vorzüglich bei der Bildung der hinteren Commissur im Rückenmark betheiligen" (p. 4. 24 u. a. O.).

Ich kann hiermit nicht einstimmen, weil in der hinteren Commissur häufig genug Primitivnervenfasern breiter Gattung vorkommen, und weil es nicht möglich ist, den Fortsatz einer Nervenzelle der linken Seitenhälfte des Rückenmarks durch die hintere Commissur hindurch in eine Nervenzelle der rechten Seitenhälfte hin in ununterbrochener Continuität zu verfolgen.

Die Commissura posterior des Frosch-Rückenmarks fand auch Kölliker[33]) als eine „hintere Vereinigung der grauen Substanz .. die sich vom Centralcanale rückwärts bis zum Grunde der hinteren Spalte erstreckt, und von einer geringeren Anzahl feiner Nervenfasern gebildet wird, die ziemlich parallel von einer Seite zur anderen laufen, und in den Hinterhörnern sich verlieren". Dass hiermit meine Beobachtungen im Ganzen übereinstimmen, geht aus früheren Mittheilungen (s. o. p. 129) hervor.

5. Die weissen Hinterstränge betreffend.

a. Die Trennung beider Hinterstränge durch eine Längsspalte betreffend.

Die Zusammenstellung der älteren Ansichten über die Existenz oder Nicht-Existenz der Fissura longitudinalis posterior findet sich bei Arnold[34]).

Huber (1741. l. c. p. 5. 6) läugnet die Existenz einer hinteren Längsspalte im Menschen-Rückenmark, resp. einen Pia-mater-Fortsatz zwischen den weissen Hintersträngen (der dem zwischen

[33]) Kölliker, 1857, Zeitschr. f. w. Zool. IX.

[34]) Arnold, Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. Zürich 1838. 8⁰. p. 4. 5.

den weissen Vordersträngen analog sei) „. . a postica (facie) autem nullum conspicitur filum medullam dissecans.“ Es ist leicht begreiflich, dass ohne genaue mikroskopische Untersuchung guter Querabschnitte aus dem gehärteten Rückenmark die Existenz der hinteren Längsspalte in der Regel nicht gefunden werden kann. Daher die Negation dieser Thatsache von vielen älteren und neueren Forschern entsprang.

Die Fissura longitudinalis posterior des Rückenmarks fand Chaussier (l. c. 1807) „plus serré sur ses bords, plus étroit et moins profond [35]) que l'antérieur (p. 139). .. Il ne manque jamais et de même que l'antérieur, il reçoit un repli de la méningine et des ramuscules vasculaires; mais ils y sont moins nombreux et plus fins“ (p. 146). Ganz richtig.

Dass die hintere Längsspalte des Rückenmarks in ihrer ganzen Länge „évidemment plus profonde que l'antérieure“ sei, sagt Gall (l. c. 1810. p. 57. 58); ohne Grund.

Eine hintere Längsspalte im Rückenmark läugnet Keuffel (1810. l. c. pag. 178. 179) mit Haller und Hildebrandt gegen Sömmerring und Cuvier.

Die hintere Längsspalte des Rückenmarks bei den Vögeln erkannte auch Nicolai .. (1811. l. c. 1812. p. 181).

Die Existenz der hinteren Längsspalte bei Thieren giebt Carus [36]) für die sämmtlichen Thiere, mit Ausnahme der höheren Säugethiere und des Menschen zu, wo sie nur im Embryonenzustande deutlich sein soll, gegen Morgagni (adversar. VI. art. 14), Haller (Elementa IV, 83) und Sömmerring (Nervenlehre, 68), welche sie dagegen schon bei Erwachsenen (Menschen) fanden. Die hintere Längsspalte des Rückenmarks sah nämlich Carus (1814. l. c. p. 130) speciell bei Fischen; bei Amphibien (p. 171), bei Vögeln (p. 191) wie bei'm Menschen (p. 217) und Säugethieren; vorzüglich im Fötus; „.. da sie hingegen in höheren Gattungen fast gänzlich verwächst“ (pag. 217).

Joh. Fr. Meckel sagt 1817 [37]): „Bei allen meinen Untersuchungen habe ich deutlich eine vordere und eine hintere Spalte, die letztere immer äusserst beträchtlich, meistens auch bedeutend feiner, nur selten tiefer als die erstere, keine von beiden bis zur .. grauen Substanz des Rückenmarks dringend gefunden.

Die Anwesenheit der (vorderen und) hinteren Längsspalte des Rückenmarks erkannte auch Burdach (1819. I. p. 129).

Die Existenz des Sulcus longitudinalis posterior nimmt Bellingeri (p. 28. l. c. 1823) in allen Höhen des Rückenmarks an [38]).

Die Existenz der Fissura longitudinalis posterior fand Rolando 1824 ausser Zweifel, „sui tagli trasversali“ (l. c. p. 38), besonders am Rückenmark, das „in una solutione salina per molti giorni“ aufbewahrt war, sah er jene „con una facilità grandissima“ (p. 38).

Arnold (1838, Bemerkungen etc. p. 3) läugnet die Existenz der Fissura longitudinalis posterior; nur Furchen sowohl an der hinteren, wie der Seiten-Fläche des Rückenmarks; nur an der Lendenanschwellung (p. 4) „treffe man öfters eine Spalte bis fast zum Ende des Rückenmarks in der Länge von 10''' .. die sich aber nicht bis zur grauen Substanz erstreckt, und eine Tiefe von 3''' hat.“ Arnold

35) Gegen Blasius, der sagte: „Fissura antica minor“; gegen Petit, der sagte: „la division antérieure est moins profonde que la postérieure“; einstimmend mit Haller (Elem. phys. IV. 83), der sagte: „medulla spinalis .. dividitur tamen multo evidentius anterius, posterius aut nihil, aut manifesto minus in duas aequales columnas.“

36) Carus, Nervensyst. 1814, l. c. p. 130. 171. 191. 217. 265.

37) J. F. Meckel, Handb. d. menschl. Anatomie. 1817. III. p. 434. 435.

38) Bellingeri's Annahme (1823. l. c. an zahlreichen Stellen), dass das Rückenmark in 6 weisse Stränge getheilt sei (2 Vorder-, 2 Seiten-, 2 Hinter-Stränge), ist ein genügend widerlegter Irrthum, indem eine solche scharfe Theilung nicht existirt.

(p. 7) bekämpft E. H. Weber's Ansicht, dass ein dünner Fortsatz der Pia mater in das Rückenmark (zwischen die weissen Hinterstränge) eintrete, als „offenbar irrig"; mit Unrecht (s. o. p. 145, ff.).

Förg (1839. p. 11, Note) läugnet gegen Weber [39]), dass die Pia mater auch in die hintere Längsspalte des Rückenmark's eindringe; sehr mit Unrecht.

Die Existenz der hinteren Rückenmarksspalte giebt aber trotzdem auch Förg (1839. l. c. p. 8. 10) zu; ferner 1844. l. c. p. 95.

Der hintere Längsspalt dringt „meist überall", die vordere Längsspalte „nicht ganz bis auf den Canalis centralis ein", sagt Wilbrand, l. c. p. 41. 1840.

Eine Fissura posterior und Trennung der weissen Hinterstränge beider Seitenhälften durch die erstere, statuirt auch Jacubowitsch (1857. p. 13).

b. Die Sulci laterales betreffend.

Sulcus lateralis posterior bei der Gans u. a. Vögeln nennt Metzler (l. c. p. 8) die gefurchte Austrittsstelle der hinteren Nervenwurzeln an der Intumescentia sacralis.

c. Die Faserlagerung betreffend.

„Die Fasern (des Rückenmarks) sind indess nicht im strengsten Sinne und nicht in ihrer ganzen Länge einander parallel, sondern nur im Ganzen, manche Fasern gehen etwas schräger," sagte bereits Burdach 1819, l. c. I. 114. Meine Erfahrungen stimmen hiermit überein.

6. Die weissen Vorderstränge betreffend.

a. Die Theilung der Vorderstränge durch die Fissura anterior betreffend.

Bei'm Menschen wurde zuerst die Fissura anterior im Jahre 1594 gesehen von Pavius, obs. XI. s. Blasius 1666, l. c. p. 50. Dann von Bartholin (1611).

Blasius sagte: „Fissurarum harum anterior minor est, posterior major", Blasius 1666, l. c. p. 48; was nicht für alle Höhen des Rückenmarks zugegeben werden kann (s. o. p. 138).

b. Die Sulci anteriores laterales betreffend.

Die Existenz von Sulci laterales anteriores, welche (ähnlich der Fissura longitudinalis anterior und posterior) die Vorderstränge von den Seitensträngen abgränzen, läugnet Rolando (pag. 42) mit Recht.

c. Die isolirten hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge betreffend.

Auch Gratiolet (1852. l. c. p. 272) kannte die isolirten hintersten Längsbündel der weissen Vorderstränge; er fand „un peu au devant du ventricule (Centralcanal) dans l'épaisseur même de la commissure blanche, deux petits faisceaux longitudinaux, subdivisés quelquefois en petits cordons secondaires, et qu'on peut nommer cordons longitudinaux de la commissure." In gewisser Beziehung stimmt dies mit meinen Erfahrungen, da aus diesen Bündeln evident Fasern zur Commissura anterior treten (s. o. p. 98, 175).

Die hintersten isolirten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge, zu beiden Seiten der Commissura anterior, resp. des Centralcanals beschreiben auf Längsabschnitten (in rechtem Winkel auf die Fissuren fallend) auch Bidder und Kupffer, p. 88. 89 (auch p. 52), ganz naturgetreu, als zusammengesetzt „aus Fasern, die theils ziemlich parallel neben einander liegen, theils mannichfach, jedoch immer unter sehr spitzen Winkeln sich unter einander verflechten." Auch die aus diesen Bündeln in die grauen Vorderhörner übergehenden Fasern sahen Bidder und Kupffer (p. 89).

[39]) Hildebrandt's Anat., p. 373.

„Vielfach wenden sich jedoch diese longitudinalen Fasern auch gegen die anstossende graue Masse, in ähnlicher Weise wie .. die Längsfasern der weissen Vorderstränge, mit dem Unterschiede, dass .. absteigende Fasern sowohl als aufsteigende aus der grauen Masse in die Bündel einzutreten scheinen" (während Bidder und Kupffer an den übrigen Theilen der Vorderstränge die aus der grauen Masse in sie eintretenden Fasern stets nach dem Gehirn aufsteigen sahen). Im Ganzen bin ich mit Bidder und Kupffer einverstanden, nur nicht in Bezug auf den Ursprung der Vorderstränge.

Dass die „hintere Partie der vorderen Längsbündel (weissen Vorderstränge) noch mehr als dies ohnehin bei der ganzen weissen Substanz der Fall ist, durch Streifen grauer Substanz und durch die darin eingebetteten querlaufenden Nervenfasern in inselförmige Gruppen zerlegt werde, deren Zahl, Grösse, Anordnung .. sehr verschieden" ist, behaupten Bidder und Kupffer (p. 52) mit Unrecht. Nur wenn man Pia mater und querlaufende Nervenfasern und Bindegewebe mit grauer Substanz identificirt, kann man solche Behauptung aufstellen. Bei den Säugethieren ist weder in vorderer Commissur, noch in den weissen Vordersträngen graue Substanz vorhanden, und was als solche erscheint, sind querlaufende, daher auf dem Querschnitt, resp. in feinen Querabschnitten heller erscheinende Primitivnervenfasern, welche bei verschiedenen Beobachtern die Täuschung erzeugten, dass die vordere Commissur aus grauer Substanz bestehe.

Dass die hintersten isolirten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge „durch die ganze Länge des Rückenmarks ziemlich die gleiche Stärke behalten," geben Bidder und Kupffer (p. 89) im Ganzen übereinstimmend mit meinen Erfahrungen an. Sie schliessen daraus mit Recht, dass daher „die hinzutretenden Fasern nicht in den Strängen bleiben können"; was Bidder und Kupffer auch direct beobachteten.

Bidder und Kupffer (p. 89) sahen, „dass eine Faser eines solchen Längsbündels (hinterste isolirte Bündel weisser Vorderstränge) dasselbe verlässt, den Zwischenraum zwischen beiden Bündeln in mehr oder weniger schräger Richtung durchsetzt und sich dem andern Bündel anschliesst, ohne Zweifel um aus demselben wieder herauszutreten und in die graue Masse der anderen Rückenmarkshälfte überzugehen." Bidder und Kupffer glauben daher, dass die Fasern dieser Längsbündel „nicht zum Gehirn ansteigen, sondern nur den Commissurenfasern angehören, durch welche die beiden Seitenhälften des Rückenmarks, namentlich die in den beiden grauen Vorderhörnern gelegenen Zellen mit einander in Verbindung gesetzt werden."

Die schrägen und querlaufenden (austretenden und eintretenden) Fasern dieser Bündel haben Bidder und Kupffer richtig beobachtet, und die Deutung, welche sie diesen Theilen geben, stimmt gleichfalls mit den Ergebnissen meiner Beobachtungen im Allgemeinen überein.

d. Die Querfasern der Vorderstränge betreffend.

Bidder und Kupffer (p. 79. 80) betrachten die sämmtlichen querlaufenden Fasern der weissen Vorderstränge (auf Längsabschnitten) als die unmittelbaren Fortsetzungen der vorderen Nervenwurzeln. „Andere Querfasern als diese den Nervenwurzeln angehörende giebt es daher in der weissen Rückenmarkssubstanz durchaus nicht." Mit dieser Ansicht bin ich nicht einverstanden. Es giebt auch Querfasern der weissen Vorderstränge, Ausstrahlungen der grauen Vorderhörner, die nicht in Nervenwurzeln übergehen, sondern umbeugen, nach oben zum Gehirn laufen, oder nach unten tiefere Gebiete und Elemente der Rückenmarksfasern mit höheren in Verbindung setzen.

Wenn daher Bidder und Kupffer (p. 80) sagen, dass „die Menge, in der sie (die Querfasern) sich auf einem in der angedeuteten Richtung geführten Längsschnitt (entsprechend dem centralen Lauf der Nervenwurzeln, d. h. parallel den Fissuren) darbieten, in geradem Verhältniss zu der Zahl und Stärke der aus der betreffenden Rückenmarksparthie heraustretenden Nerven .. steht" — so kann ich dem nicht absolut beipflichten. Nur für die Majorität der Fasern gebe ich das zu.

e. Die Müller'schen Fasern im Petromyzon-Rückenmark betreffend.

Die Müller'schen Fasern bei Petromyzon beschreibt Owsjannikow, l. c. p. 18. 19, im Ganzen richtig, übereinstimmend mit meinen Untersuchungen [40]).

7. Die Seitenstränge betreffend.

a. Die Fissurae laterales betreffend.

Gall (l. c. 1810. p. 57) läugnet mit Recht die „fissures latérales" des Rückenmarks, mit Huber und Chaussier gegen die alten Annahmen Bartholin's, Sömmerring's u. A.

Dass eine histologische Sonderung der Seitenstränge des Rückenmarks von den übrigen weissen Strängen nicht in der Natur begründet sei, sagt Jacubowitsch (1857. p. 12) übereinstimmend mit meinen Erfahrungen.

b. Den Faserlauf in den Seitensträngen betreffend.

Bidder und Kupffer finden (p. 79) auf Längsabschnitten aus dem Rückenmark, dass „in den sogenannten mittleren Strängen der weissen Substanz .. der Parallelismus der Längsfasern in der That ein vollkommener genannt werden kann, während dieselben in den vorderen Strängen mehr oder weniger häufige kleine seitliche Biegungen machen, um den zwischen ihnen durchgehenden Wurzelbündeln (der vorderen Nervenwurzeln) Raum zu geben."

Diese Beschreibung ist ungenügend. Absoluter Parallelismus findet sich kaum irgendwo, oder doch — was man so nennt — nur in den oberflächlichen Schichten der verschiedenen Stränge.

Dass in den Seitensträngen sich „nur longitudinal verlaufende und parallel neben einander liegende Nervenfasern darbieten, und Querfasern hier nicht anzutreffen sind", behaupten Bidder und Kupffer (p. 92). Dieselben nehmen in den Seitensträngen „nur Septa, die theils von der grauen Masse, theils von der Pia mater aus sich zwischen den Nervenfasern hinziehen" an; aber die Verfasser haben „in der Bindesubstanz derselben die Anwesenheit von Nervenfasern nicht nachweisen können."

Ein guter Längsabschnitt (in rechtem Winkel auf die Fissuren fallend) durch die Mitte des Rückenmarks (s. z. B. Atlas, Taf. XII, Fig. 17, u. a.) giebt die evidente Ueberzeugung, dass in den Seitensträngen ächte Primitivnervenfasern quer verlaufen (s. o. p. 162). Auch laufen die Längsfasern der Seitenstränge nur an der Oberfläche (im Groben) parallel, nicht in der Tiefe. Ich kann also mit Bidder und Kupffer in Betreff des Faserlaufs der Seitenstränge nur in ganz beschränkter Beziehung übereinstimmen.

8. Die grauen Hinterhörner betreffend.

a. Die gröbere Morphologie der grauen Hinterhörner betreffend.

Dass der graue Hinterstrang bei Fischen und Säugethieren der hinteren Rückenmarks-Oberfläche näher liege als der vorderen, behauptet Carus [41]); in vielen Fällen mit meinen Erfahrungen übereinstimmend.

Nach Förg (1839. l. c. p. 17) „setzen sich die hinteren grauen Stränge am oberen Theil des Rückenmarks öfters bis an die Oberfläche des Rückenmarks fort, und liegen dann nach rückwärts offen zu Tage." Diese Angabe ist die Folge einer Verwechselung der, von mir „Accessorius-Kerne" be-

[40]) Die breiten (Müller'schen) Fasern kommen in den verschiedenen weissen Strängen des Petromyzon-Rückenmarks vor, und nicht ausschliesslich in den weissen Vordersträngen; indess mögen sie an dieser Stelle erwähnt werden.

[41]) Carus, Nervensyst. 1814. l. c. p. 130.

nannten Theile der Medulla oblongata mit den grauen Hinterhörnern des Rückenmarks, welche letztere nirgends an der hintern Oberfläche des Rückenmarks blos liegen.

b. Den Faserlauf in den grauen Hinterhörnern betreffend.

Längsfaserbündel in den grauen Hinterhörnern beschrieben auch Bidder und Kupffer (p. 66) übereinstimmend mit meinen Erfahrungen, vergl. o. p. 209.

Querfaserbündel der grauen Hinterhörner aus ächten Primitivnervenfasern bestehend, nehmen auch Bidder und Kupffer an (p. 66); vergl. o. p. 209.

Uebergänge von Primitivnervenfasern des grauen Hinterhorns in das Vorderhorn sahen auch Bidder und Kupffer (p. 66). „Was jenseits der erwähnten Inseln (Querdurchschnittsflächen der Längsfaserbündel) von Längsfasern sich an Querfasern in dem hinteren Horn findet, das zieht weiter durch die Basis des Horns nach vorn in die Hauptmasse der grauen Substanz und gegen das vordere Horn hin. .. Bei Vögeln .. lassen sie sich .. in die nächste Nachbarschaft der .. Nervenzellen des grauen Vorderhorns verfolgen.“ Einen directen Uebergang in die Nervenzellen-Fortsätze konnten Bidder und Kupffer nicht nachweisen, „wohl aber bei Fischen und Amphibien“ (p. 67). Ersteres stimmt auch mit meinen Erfahrungen überein, vergl. o. p. 209; letztere Angabe aber habe ich nie bestätigen können; vergl. o. p. 970, u. a. O.

Dass die Längsfasern der grauen Hinterhörner nicht ununterbrochen nach oben zum Gehirn verlaufen, „wie man von den Elementen der übrigen weissen Substanz anzunehmen allen Grund hat,“ geben Bidder und Kupffer (p. 86) an. Bidder und Kupffer vermuthen, dass dieselben in die Nervenzellen der grauen Vorderhörner übergehen und darin enden. Diese Ansicht ist zu wenig genügend. Ich habe oben (p. 209) den Lauf dieser Bündel erörtert.

c. Die Nervenzellen der grauen Hinterhörner betreffend.

Zu beiden Seiten des Centralcanals, der Queraxe des Rückenmarks entsprechend, sah Jacubowitsch eine besondere Gruppe von Zellen, die zwei Mal so klein als die grossen Nervenzellen (der grauen Vorderhörner) sind, runde oder ovale Form haben, und nur einen sehr feinen Ausläufer geben, die endlich nicht in einer ununterbrochenen Schicht, sondern gruppenweise an der Stelle des Nervenursprungs liegen. Jacubowitsch nennt diese sympathische Nervenzellen, weil sie alle Eigenschaften der in den Ganglien vorkommenden Zellen haben. Jacubowitsch meint hier sicherlich die Nervenzellen der Dorsalkerne (vergl. übrigens oben p. 987), aber sie sind meist so gross als die Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern, oft grösser, senden mehr als einen Fortsatz aus. Ich sehe solche mit 5 und mehr Fortsätzen; und evident gehen letztere zum Theil in hintere Nervenwurzelfasern über. Dass Jacubowitsch von den Dorsalkernen nicht besonders redet, obwohl sie doch so auffallend sind, bedingt meine eben ausgesprochene Meinung.

9. Die grauen Vorderhörner betreffend.

Die vorderen grauen Hörner nennt Arnold (1838. p. 9) „breiter, massiver, dicker als die hinteren“; was nicht überall wahr ist, s. z. B. meine Abb. Tab. XXVIII, Fig. 20, 2**, u. a.

Gratiolet sagt (1852. l. c. p. 272) von den multipolaren Nervenzellen der Vorderhörner: „des observations nombreuses semblent démontrer également, que leurs diamètres sont plus considérables dans les grands animaux que dans les petits.“ Meine Erfahrungen besagen zwar nicht das Gegentheil, aber stimmen hiermit durchaus nicht überein; man denke nur an die Nervenzellen von Petromyzon.

Gratiolet (1852. l. c. p. 272) behauptet von den Nervenzellen der grauen Vorderhörner, „que chez un même animal elles sont plus grandes dans les régions renflées de la moëlle épinière que dans ses régions étroites“; im Allgemeinen unrichtig.

Die Theilung und Anastomose der Nervenzellenfortsätze statuirt auch Gratiolet (1852. l. c. p. 272), „leurs rayonnements se divisent, se subdivisent, et s'unissant en divers lieux constituent un grand plexus à mailles irrégulières"; am Ochsen- und Hirsch-Rückenmark fand Gratiolet, „que leurs communications ont été plus facile à réconnaître".

Die Lagerung der spindelförmigen Nervenzellen bei Petromyzon beschreibt Owsjannikow (l. c. p. 18), im Ganzen übereinstimmend mit meinen Untersuchungen: „Ad internam harum fibrarum (Längsfasern der weissen Substanz) longitudinalium partem columna latior, colore fusciore imbuta, posita est, quam .. totam cellulis repletam videmus. Quae cellulae paululum in longitudinem extractae ad fusorum formam proxime accedunt, et in lamellula illa (Längsabschnitt, im rechten Winkel die Fissura posterior und anterior schneidend) ita sunt collocatae, ut fines earum extenuati ad partem dextram sinistramque i. e. ad faciem medullae spinalis externam ejusque axem centralem conversi sint." Jedoch ist die bezeichnete Richtung der Zellenausläufer nicht exclusiv so; die Ausläufer haben die verschiedensten Directionen.

Die „Anordnung der grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner in eine äussere und innere Gruppe .. oder in zahlreiche ganz gesonderte Haufen" konnten Bidder und Kupffer „eigentlich niemals wiederfinden" (p. 57), obgleich sie „gegen die vordere Gränze in dem äusseren vorderen Winkel des Vorderhorns am stärksten zusammengedrängt erschienen."

Natürlich sind nicht alle Zellen nur in den beiden genannten Gruppen; aber die Mehrzahl. Nur im Cervicaltheil des Rückenmarks fanden Bidder und Kupffer (p. 58) an der äusseren Seite des Vorderhorns „eine kleine Gruppe dicht gelagerter und von den andern gleichsam gesonderter Zellen ..", welche dieselben für „Ursprungsstellen der Wurzeln des Nerv. access. Willisii halten." Bidder's und Kupffer's Beobachtungen sind hier zu wenig umfassend.

Dass zwischen Nervenwurzeln und Nervenzellen der grauen Vorderhörner ein bestimmtes Verhältniss bestehe, vermuthen Bidder und Kupffer (p. 57). „Bei langhalsigen Vögeln .. bietet die graue Substanz des Rückenmarks, entsprechend dem jedesmaligen Ursprunge eines Nerven, grössere Dimensionen und grössere Zahl von Nervenzellen."

Bidder und Kupffer fanden einzelne Nervenzellen der grauen Vorderhörner „mit einem Theil ihres Umfangs in die weisse Substanz hineinragend, ja wohl auch ringsum von weisser Masse umgeben ..", also Nervenzellen in den weissen Vordersträngen, was ich bestätige.

Nach Jacubowitsch (1857. p. 22) „sind die vorderen Hörner (der Lendenanschwellung) des Rückenmarks, gleich den hinteren, mit einem durch Bindesubstanz gebildeten lichteren Saume umgeben, von welchem .. Fortsätze continuirlich in die Zwischenräume zwischen die einzeln gruppirten und die Hörner von allen Seiten umgebenden Nervenfasern der vorderen Stränge ausgehen." Ich führe diesen Satz an, um mich gegen die Richtigkeit desselben auszusprechen. Einen solchen Bindegewebssaum habe ich nie gesehen.

10. Die Substantia gelatinosa Rolando betreffend.

Rolando nimmt (p. 61) zwei verschiedene graue Substanzen im Rückenmark an, die gewöhnliche graue und die gelatinöse. Die Substantia gelatinosa am hinteren Rande der grauen Hinterhörner beschrieb Rolando (p. 60. 61) als „una sostanza cinericcia particolare, che presenta un aspetto diverso da quello, che si observa nella porzione, che forma i due terzi anteriori della mezza luna (Form der grauen Substanz überhaupt). Questa sostanza e più gelatinosa, ciò che fa sì che prende eziandio un colore diverso, e che in generale è meno rossigno, e di un colore più oscuro" (p. 61).

Dass die gelatinöse Substanz „est finement strié par des lignes de couleur blanche", fand

Gratiolet (1852. l. c. p. 272), wie Rolando; er kannte auch die Bedeutung dieser weissen Streifen, und hielt sie für centrale hintere Nervenbahnen, resp. Fortsetzungen der weissen Hinterstränge (p. 273).

Die Substantia gelatinosa Rolando halten Bidder und Kupffer (p. 65) für „Bindegewebe, und zwar für die gallertartige Form, die .. wenig oder gar nicht gestrichelt oder gefasert erscheint, und nur spärliche Zellen-Reste oder Bindegewebskörperchen darbietet, deren Menge bei jüngeren Thieren grösser zu sein scheint." Bidder's und Kupffer's Ansichten weichen hier von den meinigen gänzlich ab; vergl. o. p. 869, ff.

Dass die gelatinöse Substanz von Nervenfasern durchsetzt wird (den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln) geben Bidder und Kupffer zu (p. 65), übereinstimmend mit meinen Erfahrungen, vergl. o. p. 187, u. a. O.

Auf Längsabschnitten durch die Hinterhörner, im rechten Winkel durch die Fissura posterior, erscheinen, nach Jacubowitsch, an der Seite der hinteren Hörner, „ununterbrochen, parallel der hinteren Fissur, die Empfindungszellen," vergl. o. p. 984, ff.

Offenbar nennt hier Jacubowitsch die Substantia gelatinosa, d. h. ihre Zellen, Empfindungszellen. Seine Beschreibung passt wenigstens dann.

Während Bidder und Kupffer in der gelatinösen Substanz Bindegewebszellen sehen, und nichts als solche, sehen Jacubowitsch (und Owsjannikow) „Empfindungszellen".

II. Die centralen Nervenbahnen betreffend.

a. Die hinteren Nervenbahnen insbesondere betreffend.

Den Zusammenhang der Rückenmarks-Nerven mit der grauen Substanz vermuthete schon 1705 Verheyen[42]). Er sagt: „Verosimile est, ab hac interiori substantia (des Rückenmarks) etiam abscedere aliqua filamenta medullaria, quae nervos e spinali medulla exeuntes concomitantur. .. Confirmatur dicta verisimilitudo ex eo, quod ipsa spinalis medulla in descensu non attenuetur conformiter ad numerum et magnitudinem nervorum egredientium; sed potius ubi sit latior, unde emitti majores illorum fasciculos, prout in locis istis, e quibus nervi brachiales et crurales emergunt, cernere licet."

Nach Gall und Spurzheim[43]) sieht man die hinteren Nervenwurzeln „wie feine Würmchen in der grauen Substanz liegen (bei Pferden). Hebt man die Faden heraus, so bleibt öfters ein Körperchen grauer Substanz daran hängen." An anderer Stelle, ein Jahr später (1810. l. c. p. 54), sagt Gall „.. chaque paire de nerfs a également son origine particulière dans la masse grise, ou dans un ganglion particulier, et tous sont réunis par des branches communiquantes .." mit Recht; und er bemerkt hierbei (p. 61): „Vicq-d'Azyr a déjà fait l'observation, qu'il y a de la substance grise partout, où les nerfs prennent naissance." Gall fährt fort „.. les nerfs sont produits par la substance grise, et que celle-ci en est la substance matrice" (p. 61); er nennt auch die graue Substanz „la matière première et nourricière des nerfs" (p. 61).

Den Zusammenhang der Spinalnervenwurzeln mit der grauen Substanz des Rückenmarks fand auch Nicolai (1812. l. c. p. 189 ff.) bei Vögeln „sehr deutlich".

Dass die vorderen Spinalnervenwurzelfäden bei Menschen und Vögeln zarter und minder zahlreich seien, bemerkte Carus[44]); bei den Thieren überhaupt: Arsaky (l. c. p. 8).

[42]) Philippus Verheyen, corporis humani Anatomia etc. Lipsiae 1705. 8°. p. 345.

[43]) Gall und Spurzheim, p. 334, Untersuch. über d. Anat. des Nervensystems überhaupt und des Gehirns insbesondere. Paris und Strassburg 1809. 8°.

[44]) Carus, Nervensystem, 1814. p. 191.

Burdach (p. 134. 135. 1819. l. c.) behauptet, dass „bei dem Menschen die Nerven weiter in weisser Substanz gehen müssen, ehe sie die graue erreichen, als bei den Thieren .. mehr bei den vorderen Wurzelfäden als bei den hinteren ..“ und dass „bei den Thieren die hinteren grauen Stränge mehr bis zur Aussenseite des Rückenmarks hinreichen und den Nerven so mehr entgegen kommen, während die vorderen mehr zurückgezogen sind und von den Nerven erst weiter im Innern gefunden werden.“ Dies stimmt nicht ganz mit meinen Erfahrungen überein. Bei'm Menschen und den Säugethieren sind die Verhältnisse gleich.

Die centralen Nervenbahnen beschreibt schon Burdach (1819. I. p. 130. 134 ff.): „Die Fasern .. treten quer in dasselbe (Rückenmark), und laufen in dieser Richtung in dessen weisser Substanz nach der grauen hin. Kann man die Nerven nicht vollkommen deutlich bis in die graue Substanz verfolgen, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass sie in derselben erst ihr Centralende finden ..“

Dass die Spinalnervenwurzeln tief in das Rückenmark eintreten „.. alte in substantiam medullae penetrantibus ..“ (1823. l. c. p. 44) fand auch Bellingeri am Ochsen-Rückenmark. Den Ursprung der vorderen Nervenwurzeln aus den grauen Vorderhörnern betreffend, sagt Bellingeri: „Id revera contigit, et evidentissime observare potui plus vice simplici in regione lumbali inferiori et sacrali superiori medullae spinalis bovis; quum enim ibi crassa admodum sint filamenta efformantia radices anteriores, in sectionibus transversalibus medullae apparent albida filamenta continua cum filamentis radicum anteriorum, et quae recta pergunt a peripheria medullae versus ipsius centrum, donec ad contactum veniant cornuum anteriorum substantiae cinereae (Tab. II. Fig. 17 a, a). .. Hinc suspicor, similiter suboriri a dictis cornubus alias fibras radicum anteriorum in reliquis medullae regionibus.“ Bellingeri, l. c. p. 60. Die Abbildung muss als eine im Ganzen richtige Skizze bezeichnet werden.

Bellingeri behauptete 1823 (l. c. p. 47. 50), den directen Ursprung hinterer Nervenwurzeln von den grauen Hinterhörnern am Ochsen-Rückenmark: „denique observantur filamenta primigenia radicum posteriorum nervorum spinalium, quae perveniunt usque ad contactum cornuum posteriorum substantiae cinereae, atque cum cornubus ipsis filamenta nervea continuantur, ita, ut directe ab ipsis exoriatur maxima pars filamentorum radicum posteriorum nervorum spinalium.“ Bei'm Menschen (p. 54).

Den Ursprung der vorderen Nervenwurzeln leitet Bellingeri (p. 49) theils aus der Oberfläche der weissen Vorderstränge her, andere sah er in deren Tiefe eindringen „et fortasse nonnulla ad substantiam cineream (cornuum anteriorum) perveniunt; .. directe enim coram istis posita sunt.“

Im Allgemeinen aber statuirt Bellingeri (p. 51. 52) einen doppelten Ursprung der hinteren und vorderen Nervenwurzeln: 1) aus den oberflächlichen Lagen der weissen Substanz; 2) aus den tiefern Lagen der weissen und zum Theil aus der grauen Substanz. Dass aber alle Nervenwurzeln aus der grauen Substanz entspringen, bestreitet Bellingeri gegen Gall: „immerito igitur Gall asseruit .. omnia filamenta nervea .. a cinerea substantia enasci“ (p. 52). Bei'm Menschen (p. 56) verhält es sich wie bei'm Ochsen.

Dass ein Theil der Nervenwurzeln aus den Seitensträngen entspringe — sagt Bellingeri an zahlreichen Stellen seiner Schrift, zum Theil mit Recht, d. h. die hinteren Nervenwurzeln gehen zum Theil durch die hinteren Fascikel der Seitenstränge, die vorderen durch die vorderen Fascikel, während sie ihre centrale Bahnen durchlaufen.

Die centralen hinteren Nervenbahnen innerhalb der weissen Hinterstränge sah auch bereits Rolando, (p. 69) ohne sie als solche zu erkennen, „.. un apparato simile poc' appresso a descritto (den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge) ho ritrovato eziandio nei cordoni posteriori.“ Auf Querabschnitten, sagt Rolando (p. 70), „si possono vedere quattro, cinque, ed alle volte sei fili o striscie assai bianche, che sortono dai corni posteriori della sostanza cinerea, e penetrano tra mezzo alle laminette dei cordoni posteriori per giungere quasisino alla periferia. Questi fili sembrano eziandia formati di sostanza cellulare [also für Zellge

webe von Rolando erklärt], sono un poco sinuosi, e non corrispondono, come gli anteriori, alle radice dei nervi spinali posteriori [sehr richtig beschrieben, dieser gewundene Lauf hinterer centraler Nervenbahnen], a motivo che queste non sono così sparpigliate come le anteriori, o perchè sortono quasi soltanto dai margini esterni dei cordoni suddetti."

Den Zusammenhang der hinteren Nervenwurzeln „mit den hinteren Hörnern" fand Arnold (1838. p. 9) am Rückenmark der Kinder „unverkennbar, weniger deutlich den Ursprung der vorderen Wurzeln aus den vorderen Hörnern."

Den Zusammenhang der hinteren Nervenwurzeln mit der grauen Substanz fand Arnold (1838. p. 15) wie Bellingeri; auch die vorderen Wurzeln fand er mit den grauen Vorderhörnern in Verbindung, nach Grainger's Demonstrationen (und dennoch läugnet Arnold die Existenz von Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz (1838, l. c. p. 14).

Noch Förg (1839. l. c. p. 36) behauptet, dass „kein Faden (der Spinalnervenwurzeln) aus der grauen Substanz hervorkomme, sondern alle entspringen aus der weissen Fasermasse."

Den Zusammenhang der Rückenmarks-Nerven mit der grauen Substanz des Rückenmarks nahm Wilbrand (1840. l. c. p. 119) an; doch ist seine Anschauung nicht klar und nicht ganz richtig.

Den centralen Lauf der hinteren Nervenwurzeln betreffend, sagt Gratiolet 1852 (l. c. p. 272) „on démontre sur des coupes longitudinales, que les fibres élémentaires des racines postérieures s'infléchissent et remontent dans les cordons postérieurs, qu'elles semblent constituer en grande partie, a cet égard j'ai vu absolument comme M. Hannover;" sehr wahr; aber Gratiolet kennt nicht die absteigenden Fasern. Er fährt aber richtig fort: „mais on ne peut en induire, qu'elles se prolongent dans toute l'étendue des cordons postérieurs. En effet, de la face antérieure de ces cordons se détachent un grand nombre de fibres, qui se portent les unes vers la commissure grise; d'autres vers le ventricule; un plus grand nombre dans l'épaisseur de la substance spongieuse. Ce sont ces fibres, qui forment les petits tractus blancs, donc la corne gélatineuse de l'axe gris est striée."

Ob die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, resp. die Fortsetzungen der weissen Hinterstränge und des grauen Hinterhorns in Connex mit den „cellules rayonnantes" seien, konnte Gratiolet nicht ermitteln, nur vermuthete er es (p. 273).

Dass sämmtliche Nervenwurzeln des Rückenmarks durch die weisse Substanz hindurch in die graue eintreten, sagt Schilling (p. 25. 26).

Clarke (1853. l. c. p. 348 ff.) fand am oberen Cervicaltheil des Rückenmarks der Katze, dass die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln aus drei, in Lauf und Dicke verschiedenen, Faserarten bestehen:

1) Die erste Art geht quer durch die weissen Hinterstränge, als compactes Bündel, und im rechten Winkel mit den Längsfasern sich kreuzend, tritt in dieser Richtung tief in die grauen Hinterstränge ein, erst sich verbreiternd, dann wieder verschmälernd, so dass das Bündel spindelförmig erscheint („a fusiforme appearance"), dann beugt sich das Bündel („bends round upon itself") in rechtem oder schiefem Winkel und läuft in bedeutender Länge abwärts, giebt nach vorn, in kurzen Zwischenräumen von einander, Fasern ab, die in die grauen Vorderhörner einstrahlen, und ist in diesem Laufe mit anderen entsprechenden Fasern verbunden, die von höheren oder tieferen Nervenwurzeln herkommen, und die nun sämmtlich dazu beitragen, eine Art von continuirlichem Nervenfaserband zu bilden („a continuous band"). Ein Theil der in die grauen Vorderhörner ausstrahlenden Fasern bildet Schlingen untereinander („form loops with each other"); andere gehen direct bis in die weissen Vorderstränge, biegen hierin auf- oder abwärts um, und gehen wieder in die graue Substanz zurück, um Schlingen zu bilden („a series of loops"), oder sie laufen in longitudinaler Richtung mit den Vordersträngen, unter deren Fasern sie sich verlieren („amongst the fibres of which they become lost"). Ein anderer Theil dieser Fasern ist in der grauen Substanz (Vorderhorn) in Continuität mit den Fortsetzungen der

vorderen Nervenwurzeln („directly continuous .. with those of the anterior roots"), wie Clarke oft überzeugt war („sometimes felt almost persuaded"), obwohl nicht absolut sicher („but I cannot make this statement with absolute certainty").

2) Die zweite Fasergattung geht quer durch die weissen Hinterstränge, und schräg von aussen nach innen, nahe bis zur hinteren Längsspalte; ihre Elemente sind feiner als die der ersten Gattung ($^1/_{7000}$''); sie treten unter verschiedenen Winkeln und in compacten sich mannichfach kreuzenden Bändern in das graue Hinterhorn. Einige gehen durch die hintere Commissur in die andere Seitenhälfte, andere treten in die weissen Hinter- und Seitenstränge; der Rest kann tief in die grauen Vorderhörner verfolgt werden, wo sie nach verschiedenen Richtungen auseinander strahlen und dem Blick entschwinden.

3) Die dritte Fasergattung tritt schräg in das Rückenmark ein; wenige Fasern gehen nahe der Oberfläche auf- und abwärts und treten dann mit den oberhalb oder unterhalb befindlichen Wurzeln aus („and pass out again with the roots above and below them") [nicht zu bestätigen!]. Die übrigen gehen schräg durch die weissen Hinterstränge und hauptsächlich aufwärts, wenig abwärts („chiefly upwards, a small number only passing downwards") [wahr!]; sie kreuzen sich unter einander und mit den vorher beschriebenen anderen Fasern, divergiren dann, und treten grösstentheils in die graue Substanz ein, an Punkten, die um so entfernter von der Eintrittsstelle der Nervenwurzeln sind, je schiefer ihre Richtung ist; die am meisten divergirenden Fasern verlaufen longitudinal mit den Fasern der weissen Hinterstränge, zwischen denen sie sich verlieren („amongst wich they are lost") [abgeschnittene, nicht genügend verfolgte Enden, die höher umbeugen!]. Clarke hält es für unmöglich zu sagen, ob sie zum Gehirn gehen, oder schliesslich in die graue Substanz des Rückenmarks eintreten. In der grauen Substanz selbst bilden alle die genannten Fasern ein feines Netzwerk; manche derselben bilden aber Schlingen, indem sie in die weissen Hinterhörner zurücktreten („many of them, both singly and in small bundles, may be observed to form loops by returning to the white columns") [habe ich nie gesehen].

Die hier bezeichneten Strecken der centralen Bahn hinterer Nervenwurzeln lassen sich — der Hauptsache nach — auf allen guten Längsabschnitten erkennen; s. Tab. XI. Fig. 3—6; obwohl ich nicht mit Clarke übereinstimmen kann, dass die Fasern hinterer Nervenwurzeln die drei von ihm bezeichneten Wege ausschliesslich einschlagen; es giebt auch Bündel und Fasern, die andere Richtungen, die allerverschiedensten, einhalten. Clarke sah diese Fasern nicht, weil sie durch seine Präparationsmethode zu durchsichtig, daher unsichtbar wurden. Ich kann daher auch Clarke's Classification dieser Fasern nicht billigen; auch finden sich feine Elemente (von $^1/_{7000}$'') in den verschiedensten Bündeln vor. Die Existenz von Schlingen habe ich aber, in Clarke's Sinne, nie bestätigen können; und ich vermuthe, dass Clarke sich hier getäuscht habe. Dass aber die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln bis in die grauen und weissen Vorderstränge sich erstrecken, stimmt auch mit meinen Erfahrungen überein (s. o. p. 269, 305, u. a. O.).

Die zweite Fasergattung Clarke's existirt auch nach meinen Erfahrungen (s. Taf. II. Fig. 3. 4. 5), aber nicht als besondere Gattung; ich finde darin auch Fasern von dem grössten ($^1/_{100}$''') Durchmesser. Dass ein Theil in die hintere Commissur von der andern Seitenhälfte einstrahlt, stimmt auch mit meinen Erfahrungen (s. o. p. 268, ff.) überein; ebenso, dass ein anderer Theil in die grauen Vorderhörner tritt (s. o. p. 269, u. a. O.).

Die dritte Gattung Clarke's betreffend, so habe ich nie gesehen, dass eine Wurzelfaser an der Oberfläche des Rückenmarks auf- oder abwärts laufe, um demnächst mit einer anderen hinteren Nervenwurzel wieder auszutreten; der anderweit von Clarke angegebene Lauf ist auch von mir beobachtet (s. o. p. 267, ff.), aber wiederum kann ich diese Gattung nicht als solche anerkennen; noch viel weniger fand ich je die Schlingenbildung, welche Clarke andeutet. Dass sie nicht zum Gehirn aufsteigen, habe ich an vielen Orten wahrscheinlich gemacht.

Die von Clarke gegebenen Abbildungen (Taf. XXIII, XXIV) sind in so fern als naturgetreu zu bezeichnen, als sie sowohl zeigen, wie die Längsfasern der weissen Hinterstränge hauptsächlich von den hinteren Nervenwurzeln gebildet werden und wie solche sich durchkreuzen, als auch dass die Fortsetzungen einer hinteren Nervenwurzel sich in 1—2 und mehr benachbarte Nervengebiete auf- oder abwärts erstrecken, wie ich das p. 619—628 ebenfalls dargelegt habe.

Ueber den Ursprung und Lauf der hinteren Nervenwurzeln haben Bidder und Kupffer folgende Ansicht (p. 86): „Sie entspringen von den Nervenzellen der Vorderhörner, vielleicht nur von denjenigen Zellen, welche mehr nach hinten im Horn und gegen die Stelle hin liegen, wo die Basen der vorderen und hinteren Hörner zusammenfliessen. Von hier gehen sie horizontal nach hinten in die Basis des Hinterhorns, in eine der aus Längsfasern bestehenden Säulen desselben ein .. wenden sich dann .. (nach oben) zum Gehirn .. oder (nach unten) zum unteren Rückenmarksende .. und durchsetzen (p. 87) schliesslich in etwas nach abwärts geneigter Richtung die Längsbündel der Hinterstränge, um in die hinteren Spinalnervenwurzeln einzutreten."

Ich kann hiermit nicht übereinstimmen. Das Thatsächliche ist nur zum Theil als richtig zuzugeben. Der Ursprung hinterer Nervenwurzeln aus Nervenzellen der Vorderhörner steht als eine unbewiesene und unwahrscheinliche Behauptung da (vergl. o. p. 969, ff.).

Bidder und Kupffer läugnen den Zusammenhang hinterer Nervenwurzeln mit den Längsfasern der Seitenstränge (eben so wie mit denen der weissen Hinterstränge), p. 92. Meine Erfahrungen zeigten das Gegentheil (vergl. o. p. 265, u. a. O.).

Den Uebergang der hinteren Nervenwurzeln in die Longitudinalfasern der weissen Hinterstränge läugnen Bidder und Kupffer (p. 84. 85). „Obgleich wir oft genug Längsschnitte durchmustert haben, mit welchem Segmente der hinteren Wurzeln zusammenhiengen, und deren äusserer Rand von der unversehrten Pia mater bekleidet war, so haben wir doch niemals einen Uebergang der Wurzelfasern, weder in die zunächst unter dieser Hülle liegenden, noch in die tiefer in der weissen Masse befindlichen Längsfasern wahrnehmen können", p. 84. Bidder und Kupffer behaupten vielmehr (p. 85 und 87), „dass auch die hinteren Spinalnervenwurzeln mit den hinteren weissen Rückenmarkssträngen nichts weiter zu schaffen haben, als dass sie in etwas schiefer Richtung dieselben durchsetzen."

Mit diesen Ansichten über den centralen Lauf der hinteren Nervenwurzeln, und ihr Verhältniss zu den weissen Hintersträngen, bin ich ganz und gar nicht einverstanden; ich muss vielmehr das Gegentheil von dem, was Bidder und Kupffer sagen, für eine ausgemachte Wahrheit halten; nur der geringere Theil der hinteren Nervenwurzelfasern hat den von Bidder und Kupffer angegebenen Lauf, der grösste Theil nicht, s. o. p. 265, ff.

Dass „die hinteren Spinalnervenwurzeln .. entweder die ganze Länge der hinteren Hörner, oder bei seitlichem Eintritt in dieselben wenigstens einen Theil dieser Länge durchziehen müssen, ehe sie zu Nervenzellen (Bidder und Kupffer sagen: Nervenwurzeln; wohl in Folge eines Druckfehlers) gelangen können", behaupten Bidder und Kupffer (p. 68), mit Unrecht; denn in den weissen Hintersträngen, in der gelatinösen Substanz und in den verschiedensten Stellen der grauen Hinterhörner finden sich ächte Nervenzellen.

Die Längsfaserbündel des grauen Hinterhorns (vor der gelatinösen Substanz), welche von Bidder und Kupffer (p. 85) gut beschrieben werden, was ihre wechselnde Zahl, ihre Durchkreuzung, ihre Umbeugung betrifft, sind auch nach Bidder und Kupffer unmittelbare Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln. Die Verfasser sahen nämlich auf Längsabschnitten (parallel den Fissuren), „dass die, die gelatinöse Substanz der Hinterhörner quer durchziehenden Bündel der hinteren Wurzeln, in der gleichen Richtung von der Spitze des grauen Horns gegen die Mitte und Basis desselben weiter gehend,

in diese Längsbündel eintreten, und zwar so, dass sie sowohl nach unten wie nach oben sich wenden." Hiermit bin auch ich durchaus einverstanden.

Dass nicht „alle für die hinteren Nervenwurzeln bestimmten Faserbündel durch die gelatinöse Substanz hindurch treten, sondern ein Theil derselben schon früher aus der grauen Masse des hinteren Horns unmittelbar in die weisse Substanz und von da in die Nervenwurzeln übergeht", behaupten Bidder und Kupffer (p. 65).

Die Thatsachen scheinen ganz für die von Bidder und Kupffer hier aufgestellte Behauptung zu sprechen, vgl. auch o. p. 267. Ob aber diese Fasern nicht austretende Fasern der grauen Hinterhörner sind, welche nichts mit Nervenwurzeln gemein haben, sondern nur direct zum Hirn laufen, also eigentliche Cerebralfasern sind — das bleibt künftig genauer zu ermitteln, und ist mir vorerst höchst wahrscheinlich.

Dass die centralen hinteren Nervenbahnen sich bis zu den Gruppen von Längsfasern in der Mitte und der Basis des grauen Hinterhorns verfolgen lassen, geben Bidder und Kupffer (p. 66) an. Ich verfolge sie weiter, wenn auch nur zum Theil.

Die queren dunklen Streifen der gelatinösen Substanz erkennen auch Bidder und Kupffer als die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln an (p. 85).

Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinter-, resp. Seitenstränge der Lendenanschwellung des Rückenmarks beschreibt Jacubowitsch (1857. p. 13); dieselben sollen aus der Peripherie des grauen Hinterhorns „divergirend hervortreten, so zwar, dass die innere Parthie derselben gegen die hinteren (keilförmigen) Stränge, die äussere gegen die seitlich am Rückenmark hinziehenden Nervenfasern, die mittlere endlich, die unmittelbar an der Spitze des Hinterhorns befindlichen, direct gegen die Peripherie ausstrahlen, und convergiren dann sämmtlich zur Austrittsstelle der hinteren Nervenwurzeln hin."

Diese Beschreibung stimmt auch mit meinen Erfahrungen in so fern, als die hinteren Nervenwurzeln nicht blos durch die weissen Hinterstränge, sondern auch durch den hinteren Theil der Seitenstränge durchtreten, bevor sie in die graue Substanz gelangen.

Den Uebergang centraler Bahnen der Spinalnerven in Continuität aus den grauen Vorderhörnern bis in die hinteren Nervenwurzeln, fand auch Jacubowitsch (1857. p. 15) in Form „bedeutend gröberer doppelt contourirter Nervenfasern, die aus den vorderen Hörnern in die hinteren und zu den Wurzeln der hinteren Nerven in constantem Zuge streichen."

b. Die vorderen Nervenbahnen insbesondere betreffend.

Den Eintritt der vorderen Nervenwurzeln bis in die graue Substanz fand, nach Gall, auch Keuffel (l. c. 1810. p. 193) am Ochsen-Rückenmark und (p. 194) am Menschen-Rückenmark, sowie am Kalbs-Rückenmark.

Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, wie solche auf Querabschnitten erscheinen, beschreibt Rolando (p. 47), ohne sie zu erkennen oder richtig zu deuten „. . si esamina col mezzo d'una lente microscopica qualche sezione trasversale del midollo spinale bovine, facilmente si scorge, che nello spazio, che esiste fra le corne anteriori della sostanza cinerea, ed il luogo, da cui sortono le radici dei nervi spinali anteriori, esistono quattro o cinque tratti o lineette sottili, e molto piu bianche della midollare, che attraversano" (p. 47). Bei'm Menschen fand Rolando „non è tanto facile il vedere questi fili" (ibid.); auch nicht an Rückenmarken, die in Sublimatlösung gelegen haben. An letzteren bildeten sich leicht Spalten an den Stellen jener Streifen, welche mit Unrecht für Sulci anteriores gehalten worden seien. Dieselben entständen vielmehr (p. 48) „dalla singolar disposizione della sostanza midollare". Auch p. 69 wiederholt Rolando die gegebene Beschreibung.

Rolando (p. 69) warnt vor der Verwechselung der Ausläufer grauer Substanz in die weisse

und derjenigen „tre, quattro, cinque o sei lineette o striscie molto più bianche, le quali, come ho già accennato, corrispondono alle radici de' nervi spinali anteriori [vordere centrale Nervenbahnen, von Rolando aber nicht als solche erkannt]. Tutto concorre a provare, che questo sono egualmente di natura cellulare [also hielt sie Rolando für Pia-mater-Fortsätze, für zellgewebiger Natur], ma devono però formare un apparato particolare, destinato .. a mantener lontane e separate alquanto le pieghe midollari non meno, che le radichette nervose menzionate, che da queste si dipartono."

Rolando hatte selbst beobachtet (p. 78), dass „le piccole distanze, che esistono tanto fra le radici anteriori de' nervi spinali, che fra i forellini da queste lasciati, corrispondono esattamente, come ho di già accennato, alle striscie a lineette bianchissime, che al numero di tre a sei si vedono sulle sezioni trasversali dei cordoni anteriori."

Trotzdem erkannte er den Zusammenhang nicht, und hielt jene Streifen für zellgewebig „di natura cellulare", welche nur dazu dienten „a mantenere allotanate le une dalle altre le piegoline midollari, da cui si staccano le fila nervose, che constituiscono le menzionate radici anteriori."

Ja sogar hatte Rolando die richtige Idee und war ganz nahe daran, den wahren Zusammenhang zu erkennen (p. 79): „nel primo momento, che ho avuto luogo di rimarcare, che il numero di queste corrispondeva poco appresso a quello delle radici anteriori, m'è venuto in mente, che potessero essere altrettante origini di queste rinchiuse nella polpa midollare. Più esatte indagini però mi hanno prestamente convinto, che nulla avevano a fare coi filamenti nervosi, e che si trovarano disposte nello stesso modo negl'intervalli, che esistono fra i nervi spinali." Aber er hielt jene Idee nicht fest, aus unpassenden Gründen.

Den Zusammenhang vorderer Nervenwurzeln mit Nervenzellen des grauen Vorderhorns fand auch Gratiolet (1852. l. c. p. 272): „il devient possible de démontrer la continuité d'un certain nombre de fibres des racines nerveuses motrices avec certains prolongements de ces cellules."

Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln beschreibt Clarke 1853 (l. c. 1853. p. 350) im Ganzen übereinstimmend auch mit meinen Erfahrungen; er läugnet aber, dass sie Theile der weissen Vorderstränge bilden, oder einen longitudinalen Lauf haben; dennoch zeigt sich solcher nicht selten. Da die Methode, welche Clarke zu seiner Untersuchung anwandte, eine grosse Anzahl von Fasern so durchsichtig machte, dass sie bei der 30fachen Vergrösserung gar nicht mehr gesehen werden konnten, so begreift sich die angegebene Behauptung Clarke's. Mit Recht läugnet Clarke den Uebergang vorderer Nervenwurzeln in's Gehirn; und von den hinteren nur, welche longitudinal laufen, giebt er die Möglichkeit eines directen Uebergangs in das Gehirn zu. Dass aber die Fasern aus einer vorderen Wurzel sich auf- oder abwärts in mehrere benachbarte Gebiete höher oder tiefer entspringender Nervenwurzeln sich erstrecken, wie Clarke auch abbildet (Taf. 23. 24), kann auch ich aus eigner Erfahrung bestätigen, vergl. o. p. 619, ff.

„Dass keine Spinalnervenwurzel in toto und auch kein Theil derselben direct zum Gehirn geht, sondern dass alle Wurzelfasern von den Zellen der grauen Masse herkommen, und nur durch die ebenfalls von diesen Zellen entspringenden und die weisse Rückenmarkssubstanz zusammensetzenden Fasern mit dem Gehirn in Verbindung gesetzt werden," behaupten Bidder und Kupffer (p. 88). Mit Ausnahme des Ursprungs der hinteren Nervenwurzelfasern, stimme ich ganz und gar mit Bidder und Kupffer überein.

Die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge sahen Bidder und Kupffer (p. 79) niemals in die Längsrichtung sich umbeugen, sondern sämmtlich quer durch die weissen Vorderstränge hindurchsetzen. Meine Erfahrungen besagen das Gegentheil, vergl. oben p. 272, u. a. O.

Eine Verbindung der weissen Längsfasern des Rückenmarks und der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln (d. h. den unmittelbaren Uebergang der Fasercontinuität letzterer in die der

ersteren), läugnen Bidder und Kupffer auch (p. 82) ganz entschieden. „Ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Faserarten findet allerdings Statt, aber .. an dem Orte des Zusammenhangs ist eine Nervenzelle eingebettet.“ Bidder und Kupffer betrachten daher die Längsfasern des Rückenmarks „als ein Verbindungsmittel der Rückenmarks-Nervenzellen mit dem Gehirn, eine Commissur, ein intermediäres Fasersystem zwischen diesen Theilen, als die Bahnen, auf welchen die Impulse . . vom Gehirn . . zum Rückenmark und weiter in die peripherischen Nerven geführt werden, oder umgekehrt.“

Von einem guten Theile der Längsfasern der weissen Vorderstränge gebe ich ein solches Verhalten zu; von einem andern grösseren Theile aber nicht. Denn nicht alle Längsfasern der weissen Vorderstränge verlaufen zum Gehirn (Provinzialfasern).

12. Das Rückenmark im Allgemeinen betreffend.

Die erste Abbildung des Rückenmarks gab vor etwa 300 Jahren Vesal [45]), aber äusserst mangelhaft. Von Brust- und Lumbar-Anschwellung keine Spur, die Spinalnervenwurzeln fast alle von gleicher Breite; nur eine Flächenansicht.

Nicht lange nachher wurde dieser Mangel durch Zeitgenossen Vesal's verbessert. So wurden die beiden Rückenmarksanschwellungen 1545 zuerst von Carl Stephan abgebildet [46]), obwohl einige Unrichtigkeiten dabei sichtbar sind. Nach dieser Abbildung entspringen nämlich aus der oberen Anschwellung die 7 oder 8 oberen Dorsalnerven, und die untere Anschwellung ist doppelt, d. h. die Lumbarnerven entspringen aus dem obern Theil, dann folgt eine schmälere Rückenmarksstelle, dann folgt wiederum eine breitere Stelle (wo die wahre Sacralanschwellung ist), aus welcher die Sacralnerven austreten.

Die falsche Vesal'sche Abbildung des Rückenmarks tadelte zuerst positiv Vesal's Zeitgenosse Falloppia (observ.), indem er bemerkte, dass an den Austrittsstellen für die dicken Extremitäten-Nerven das Rückenmark anschwelle.

Gabriel Falloppia [47]) (1600. l. c. p. 408) sagt: „in medulla spinali illud notato, quod quamvis anatomici omnes fere asserant in exitu calvariae eam esse pleniorem, ac crassiorem: deinde sensim et sensim usque ad extremum ossis sacri semper attenuari, in illis tamen partibus, a quibus oriuntur magni nervi, crassior ac plenior est quam in reliquis inferioribus aut superioribus.“

Eine recht gute bildliche Darstellung des Rückenmarks (etwa die Hälfte oder $^2/_3$ der natürlichen Grösse) gab ein anderer Zeitgenosse Vesal's, nemlich Eustach 1552, in Rom [48]). Insbesondere ist die Lendenanschwellung und Brustanschwellung gut dargestellt. Eustachius non levem Vesalii errorem abstersit, quum spinales medullae caudicem non sensim decrescentem, sed versus lumbarem praesertim regionem, unde majores crurales nervi prodire debebant, longe crassiorem . .“

Die Anschwellungen des Rückenmarks am Cervical- und Lumbar-Theil, welche also selbst Vesal noch nicht gekannt hatte, beschrieb schon ferner 1621 Bauhin ganz richtig, „. . in illis partibus, a quibus magni nervi prodeunt, crassior ac plenior est, ut in cervice, unde magnorun illorum nervorum, qui per brachia feruntur, et lumborum maximi nervi, qui ad crura descendunt, plenior et

45) A. Vesalii, Oper. omn. cur. Boerhaave et Albin. Lugd. Bat. 1725. fol. Lib. IV. Cap. 10. p. 372.

46) Carol. Stephani, de dissectione partium corporis humani libri tres. Una cum figuris a Stephano Riverio Chirurgo compositis. Parisiis, apud Simonem Colinaeum. 1545. folio, p. 338, Fig. links.

47) Gabr. Falloppia, Oper. Francofurti, apud Wechel, 1600. fol.

48) Tabulae anatom. Barthol. Eustachii, edid. J. M. Lancisi, Romae 1728. fol. p. 28. Tab. II.

crassior medulla reperitur" [49]). In der Randbemerkung sagt Bauhin mit Recht: „Galenus et Vesalius in hoc decipiuntur, existimantes spinalis medullae substantiam nervis gignendis absumi," und dass bereits Columbus gesagt habe, „non sensim gracilescit".

Die Anschwellungen des Rückenmarks bei Menschen und Thieren kannte auch Th. Willis [50]) schon 1660 recht gut: „nam in istis spinalis medullae partibus, e quibus nervi brachiales et crurales oriuntur (quorum scilicet origines crebriores amplioresque existunt) truncus ejus multo crassior quam in reliqua compage evadit" (p. 91, ebenso p. 160. 161). Willis gab auch, p. 174, Tab. XII, eine Abbildung des Rückenmarks, im Ganzen die Anschwellungen gut darstellend, jedoch in mehrfacher Beziehung fehlerhaft; da er 32 Nervenpaare abbildet (resp. 33, mit dem von ihm als Nerv bezeichneten Filum terminale), und selbst die drei obersten Dorsalnerven noch aus der Brustanschwellung austretend; auch zeichnet er alle Nervenwurzeln von fast gleicher Dicke, resp. nicht so verschieden, wie es in der Natur sich findet; die Sacralnervenursprünge zu weit von einander entfernt etc.

Vesling [51]) giebt, p. 230, eine Abbildung des Rückenmarks sammt den von ihm entspringenden Nerven, sehr ungenügend. Die Anschwellungen des Rückenmarks sind nicht hervorgehoben. Das Filum terminale ist nicht berücksichtigt, und er giebt ausserdem nur einen Auszug aus Th. Willis anatome cerebri.

Den Flächeninhalt des Rückenmarks in verschiedenen Höhen bezeichnet auch Blasius 1666 (l. c. p. 45) im Allgemeinen ganz richtig. „Retinet fere ubique eandem crassitiem, nisi quod iis locis, ubi et a cerebro initium sumit, et Nervi artubus destinati prodeunt, amplior multo notetur, quam circa cervicis medium, et magis circa dorsum." Ferner p. 53, „ubi vertebris lumbalibus continetur .. hic crassitiem majorem adesse videbimus, quam in locis superioribus (die Brustanschwellung ist aber von grösserem Flächeninhalt als die Lendenanschwellung, vergl. o. p. 333, ff.) bei'm Menschen wenigstens und in der Regel bei den Säugethieren. Nur bei den Vögeln ist's anders.

Die Brust- und Lendenanschwellung des Menschen-Rückenmarks bildete Vieussens (1685. Tab. XX. p. 152) ab; obwohl nicht in genügender Weise.

Auch Diemerbroeck (1687. l. c.) sprach sich über die Anschwellungen des Rückenmarks übereinstimmend mit den ebengenannten Forschern gegen Vesal aus.

Die beste aller bis dahin erschienenen Abbildungen gab Huber (Huber l. c. 1741) heraus. Huber war A. v. Haller's Prosector, und hatte das Rückenmark von 60 Leichen untersucht. Die Abbildung Huber's ist also eigentlich wohl durch Haller in's Leben gerufen worden. Haller [52]) giebt von der nämlichen Kupferplatte, welche Huber 1741 veröffentlicht hatte, den Abdruck. Die Lendenanschwellung ist zwar nicht genügend sichtbar dargestellt, der obere Dorsaltheil etwas zu dick gezeichnet, ausserdem aber ist diese Abbildung meisterhaft; das Filum terminale vor allem ausgezeichnet gut dargestellt (der Ursprung des Nerv. accessor. Willisii, bis zum 7. Halsnervenpaar abwärts, ebenso ganz gut gezeichnet).

Die Abbildungen des Rückenmarks von Huber wurden auch von Frotscher (l. c. 1788, Vorwort) gelobt als solche, die „omnibus hucusque recensitis palmam quidem praeripiunt," die jedoch „naturam tamen exacte non exprimunt".

Die Abbildung des Rückenmarks, welche Frotscher 1788 gab, in der Idee, sie sei besser, als die von Huber gelieferte, steht der Huber'schen im Ganzen bei weitem nach. Die Brust- und Lendenanschwellung des Rückenmarks ist in der Frotscher'schen Abbidung nicht deutlich genug

[49]) Bauhini, Theatrum anatomic. Basileae 1621. 4°. p. 328.
[50]) Thomae Willis, opera omnia, ed. nov. Genevae 1695. 4°. Cerebri anatome, ibid. 1694.
[51]) Vesling, Syntagma anatomicum, a Gerardo Blasio auctum etc. editio 2. Amstelodami 1666. 4°.
[52]) Haller, Icon. anat. fasc. I. Gotting. 1743. fol.

angegeben. Sehr gut sind die Nervenwurzeln und deren Richtung dargestellt, eben so das Ligamentum denticulatum.

Gall (1810. l. c. Tab. II. Fig. 1. 2) bildet das Rückenmark des Menschen im Ganzen gut ab; doch sind die Anschwellungen am Ursprung jedes Nervenpaars nicht naturgetreu. Gall (1810. l. c. Tab. I. Fig. 3. 4) giebt auch eine Abbildung des Kalbs-Rückenmarks; sie ist im Ganzen gut, jedoch sind die Anschwellungen am Ursprung eines jeden Nervenpaars nicht naturgetreu.

Gall[53]) betrachtet das Rückenmark aller Wirbelthierclassen als zusammengesetzt aus Ganglien, wie bei Wirbellosen, „seulement les ganglions sont ordinairement plus rapprochés, de sorte, qu'en les considérant rapidement, ils semblent ne former prèsque partout avec leur faisceau commun qu'un cordon à-peu-près également gros, et ne se renfler en noeuds distincts, que dans les endroits, où naissent les nerfs plus forts, par exemple les nerfs des extremités. Mais lorsqu'on examine la chose avec attention, on voit clairement, que, dans l'intervalle d'une paire de nerfs à une autre, il y a toujours alternativement des rétrécissements et des renflements plus ou moins sensibles. Mais si plusieures paires de nerfs prèsque également fortes sont rangées très-près les unes des autres, la différence entre les rétrécissements et les renflements devient moins frappante.“ Im Allgemeinen lässt sich gegen diese Ansicht Gall's nichts einwenden. Indessen geht er offenbar zu weit, wenn er an jedem Nervenursprung des Rückenmarks Anschwellungen annimmt und selbst abbildet; z. B. vom Rückenmark des Huhn's (Tab. I. Fig. II), wo die Abgangsstellen der sich zu einem Wurzel-Stämmchen vereinigenden Wurzelbündel eine Hervorragung nächst dem Rückenmark bilden, die aber nicht auf das Rückenmark selbst bezogen werden kann. Gall's Abbildung ist ausserdem nicht genau; z. B. vom Sinus rhomboidalis zeigt sie keine Spur. Eben so wenig können die vielen Anschwellungen (am Ursprung eines jeden Nervenpaars), welche Gall vom Kalbs-Rückenmark (Tab. I, Fig. 3 und 4) abbildet, und endlich die, welche er (Tab. II, Fig. 3) vom Menschen-Rückenmark abbildet, bestätigt werden.

Dass das Rückenmark in der Brustanschwellung dicker sei als am obersten Halstheil, sagt auch Keuffel (p. 145) mit Gall übereinstimmend. Dass die graue Substanz, besonders in der Lendenanschwellung, die Intumescenz des Rückenmarks bedinge, sagt Keuffel (pag. 157) ferner mit Recht.

Eine treffliche Abbildung vom Rückenmark der Gans gab Reil[54]).

Dass die Anschwellungen im Vogel-Rückenmark durch graue Substanz erzeugt werden, giebt Nicolai (1812. l. c. p. 183 ff.) an, nur zum Theil mit Recht.

Die vier Paare Anschwellungen für die Nerven der fingerförmigen Fortsätze bei der Trigla sollen, nach Arsaky (1813. l. c. p. 7), dem hinteren Strang angehören; diese unwahrscheinliche Angabe in entscheidender Weise zu beurtheilen, bin ich, wegen Mangels eigner Untersuchungen über das Rückenmark der Trigla, ausser Stande.

Dass im menschlichen Rückenmark die Brustanschwellung die Lendenanschwellung überwiege, sagt Carus 1814 (l. c. p. 261).

Dass die „untere Anschwellung des Rückenmarks .. im Fötus der Säugethiere immer, und eben so in den tieferen Gattungen derselben, besonders in den Nagern .. bedeutend grösser als die obere sei ..“ sagt Carus 1814, l. c. p. 216. 217.

Carus (1814. l. c. p. 218) läugnete schon gegen Gall die von diesem bezeichnten „einzelnen Anschwellungen des Rückenmarks, welche den einzelnen Nervenpaaren entsprechen sollen.“

Abbildungen vom Rückenmark des Karpfen gab Carus (1814. l. c. Taf. II. Fig. XIV—XVII); Querdurchschnittsflächen, Oberfläche; vom Frosch (ibid. Tab. III. Fig. I, II, V), sehr ungenügend;

53) Gall et Spurzheim, l. c. 1810. I. p. 54.

54) S. Nicolai, l. c. 1811, in: Reil's Archiv, 1812. Bd. XI. Taf. II. Fig. 1.

von der Taube (Tab. IV. Fig. XI, XII, XIII) ebenfalls, da Carus nur die natürliche Grösse abbildete, und eine genauere Methode zur Erkenntniss der feineren Structur noch nicht kannte; ferner von Säugethieren (Tab. V. Fig. XXIII—XXXI), im Ganzen gut, Querdurchschnittsflächen in natürlicher Grösse, aus wenigen Gegenden des Ochsen-, Kalbs-, Hasen-, Mäuse- etc. Rückenmarks; ferner vom Menschen (Tab. VI. Fig. IV, V), Querdurchschnittsflächen vom Fötus-Rückenmark und Ansicht der hinteren Rückenmarksfläche; Fig. VIII, Querdurchschnittsfläche des Rückenmarks des erwachsenen Menschen aus dem ersten Halsnervengebiete, ziemlich gut; Fig. IX, aus der Brustanschwellung, gleichfalls gut.

Burdach (1819. I. p. 96) sagt: „Das Weib hat im Vergleich gegen den Mann schwächere Muskeln und ein dickeres Rückenmark: darum beherrscht es auch seine Glieder vollkommener, darum sind seine Bewegungen leichter, freier, geschmeidiger, anmuthiger, ausdrucksvoller, unermüdlicher." Die Thatsache betreffend, so müssen künftige Forschungen feststellen, ob Burdach's Angaben gegründet sind. Meine Erfahrungen erlauben mir kein entscheidendes Urtheil.

Burdach (I. 1819. p. 132) fand „bei den Säugethieren die Anschwellung für die Nerven der hinteren Gliedmaassen, bei'm Menschen aber die für die Nerven der oberen Gliedmaassen etwas stärker." Zum Theil übereinstimmend mit meinen Erfahrungen (was das Menschen-Rückenmark betrifft).

Bellingeri bildet 1823 Querabschnitte des menschlichen Rückenmarks aus (zehn) verschiedenen Höhen ab; diese Bilder sind aber nicht genau, und nur als im Allgemeinen richtige Skizzen anzusehen. Die graue Substanz ist durch scharfe und regelmässige Gränzen von der weissen gesondert, wie es sich nie in der Natur findet; die allgemeinen Umrisse der grauen Substanz sind aber auch nicht einmal in den meisten Figuren naturgetreu, z. B. Fig. 7, 8, 10, wo die grauen Hinterhörner viel zu schmal gezeichnet sind. Das nämliche gilt von den übrigen Abbildungen der Taf. I und II, vom Ochsen-Rückenmark und demjenigen anderer Thiere. Die Abbildungen, welche Bellingeri vom Ochsen-Rückenmark in natürlicher Grösse giebt (Tab. IV. V), sind im Ganzen gut.

Bellingeri nimmt bei'm Ochsen 39 Spinalnervenpaare an. Ich finde bei'm Kalb oft nur 38 deutliche Nervenpaare, also 5 Nervi coccygei. Es sind deren aber wahrscheinlich viel mehr.

Die Abhängigkeit der Rückenmarks-Anschwellungen von dem Vorhandensein der Extremitäten fand auch Rolando (1824. l. c. p. 35): „la presenza de' membri coincide in tutti gli embrioni coll' apparizione dell' ingrossamenti anteriore e posteriore del midollo spinale" [55]).

Rolando's Abbildungen enthalten viel Wahres, obwohl sie nicht sehr genau genannt werden können. Taf. I. Querabschnitte aus dem menschlichen Rückenmark aus verschiedenen Höhen. Die scharfe Gränze grauer und weisser Substanz ist nicht naturgetreu; auch die Form der grauen Substanz ist nicht genau. Fig. 5 enthält die aus dem Vorderrand der grauen Vorderhörner strahlenden Ausläufer, naturgemäss (centrale vordere Nervenbahnen aus dem 6. Halsnervengebiete). Fig. 8 zeigt, aber mehr schematisch, die Ausläufer der grauen Substanz in die Seitenstränge (aus dem 7. Halsnervengebiet). Fig. 17, zweifach vergrössert (aus dem 1. Sacralnervengebiet), zeigt die zahlreichen Ausläufer der grauen Substanz in die Vorder- und Seitenstränge; mehr schematisch; die Ausläufer der grauen Hinterhörner in die weissen Hinterstränge sind nicht angegeben. Taf. II. Querabschnitte aus dem Ochsen-Rückenmark. Fig. 1—8 aus je einem Nervengebiet des Cervicaltheils; 9 und 10 aus dem 1. und 2. Dorsalgebiete; Fig. 11 aus dem 4. Dorsalgebiete; Fig. 12 aus dem 6. Dorsal-, Fig. 13 aus dem 9. Dorsalgebiete, u. s. f. Abgesehen von der nicht naturgetreuen scharfen Gränze zwischen weisser und grauer Substanz, sind diese Abbildungen ziemlich exact. Fig. 1 (aus dem 1. Halsnervengebiet) zeigt die Ausläufer der grauen Substanz in die weisse, auch in die

[55]) Ricerche anatomiche sulla Struttura del Midollo spinale, di L. Rolando. Torino. 1824. 8°. 87 S. mit 5 Taf. lithogr. Abbildungen.

weissen Hinterstränge. Fig. 7, 8, 9 zeigen besonders die Ausläufer der grauen Vorder- und Hinterhörner, welche als centrale Nervenbahnen gelten müssen, naturgetreu. Ebenso Fig. 18, 19, 20, 21, 22 (aus der Lendenanschwellung, Lumbal. IV, V, VI, Sacral. I, II). Taf. III. Fig. 1, Querabschnitt aus dem 6. Halsnervengebiet des Ochsen-Rückenmarks, zweifach vergrössert gezeichnet „da abilissimo disegnatore senza che fosse diretto nella distinzione delle varie parti" (p. 108). Recht gute Darstellung der Form und Ausläufer der grauen Substanz, der verschiedenen Farbennuancen der gelatinösen Substanz, der grauen Hinter- und Vorderhörner, so weit das bei so geringer Vergrösserung möglich ist. Fig. 2, Querabschnitt aus dem 6. Sacralnervengebiete eines in Salzlösung lange gehärteten, dann 15—20 Tage in Wasser macerirten Ochsen-Rückenmarks, acht Mal linear vergrössert. Darstellung der weissen Substanz als aus einer gefalteten Membran bestehend; eine ganz willkürliche und unnatürliche Darstellung. Darin sind aber die centralen hinteren Nervenbahnen in 5 dicken Bündeln naturgetreu vom grauen Hinterhorn durch die Dicke der Subst. gelatin. bis nahe zur hinteren Oberfläche der weissen Hinterstränge, resp. des Rückenmarks. Fig. 3, Querabschnitt aus dem 3. Sacralgebiete des Ochsen-Rückenmarks, acht Mal vergrössert, wie Fig. 2, eben so gezeichnet. Die lange Maceration in Wasser „una lunghissima maceratione" (p. 112) mag ein ähnliches Bild geben; ich habe es nicht versucht, weil zu Täuschungen führend.

Die besten Abbildungen des menschlichen Rückenmarks in natürlicher Grösse gab 1838 Arnold [56]). Die Durchschnittsflächen des Rückenmarks in verschiedenen Höhen in natürlicher Grösse bildete Arnold 1838 (Tab. an. fasc. I. Tab. II) gleichfalls ab, besser als irgend einer seiner Vorgänger, und diese Bilder müssen wegen ihrer Treue im Allgemeinen besonders hervorgehoben werden.

Die Abbildungen Clarke's 1851, 1853, sind oben, p. 324, u. a. O. bereits besprochen worden.

Owsjannikow's Abbildungen des Rückenmarks von Petromyzon sind gleichfalls oben an verschiedenen Stellen besprochen worden; daher hier nur wenige Bemerkungen. Auf Tab. II (Fig. 3) giebt Owsjannikow die Abbildung eines Längsschnitts; die Lagerung der Theile im Allgemeinen ist zwar ganz richtig; die spindelförmigen Zellen aber sind zu breit; ihre Querfortstätze ganz richtig; ihre Fortsätze, welche in Längsfasern übergehen, habe ich dagegen nie gesehen. Die runden Zellen sind zu klein gezeichnet. Die Müller'schen Fasern sind ungenügend gezeichnet, nicht genau genug. Auf Tab. III (Fig. 6) giebt Owsjannikow die Abbildung eines Querabschnitts des Rückenmarks von Petromyzon. Auch hier lässt sich von der allgemeinen Configuration und Lagerung der Theile sagen, dass sie richtig ist. Den Uebergang der Zellenfortsätze in die Nervenwurzeln und in die Commissuren habe ich aber nie gesehen.

Die Abbildungen Schröder van der Kolk's, 1855, sind oben bereits besprochen.

Das mikroskopische Bild eines Querabschnitts vom gehärteten Vogel-Rückenmark fand Metzler (l. c. p. 12) eben so wie das vom Frosch- und Säugethier-Rückenmark im Allgemeinen: „discum .. circularem vel ovatum .." Metzler's Abbildungen sind übrigens nur als Skizzen anzusehen. Fig. 1, Bindegewebe des hinteren Längsspalts bei 100facher Vergrösserung; grosse, runde oder winkelige Zellen. Hier giebt Metzler wahrscheinlich eine Abbildung der gallertigen Substanz aus dem Rhomboidalsinus; wenn nicht, so wäre die Abbildung die Folge einer optischen Täuschung ganz grober Art. Fig. 2, Querabschnitt aus dem oberen Theil der Sacralanschwellung des Haushuhns, 50fach vergrössert. Ist alles wohl mehr schematisch, da bei 50facher Vergrösserung, „singulae autem in ea partes centies sunt amplificatae" (p. 57). Die Subst. gelat. centralis nennt Metzler hier (p. 56 h, h) „fissurae posterioris usque ad canalem centralem porrectae dilatatio," ohne Grund. Bei q zeichnet Metzler eine dunkle Masse, als „processus piae matris, qui usque ad canalem centralem decurrit eumque circumdat", p. 57. Ein Stück Wahrheit liegt zu Grunde, aber so, wie Metzler angiebt, ist es nicht;

[56]) Arnold, Tabulae anatomicae, fascic. I. Zürich. Fol.

einzelne Fasern der Pia mater gehen bis zu den Epithelialzellen. Die centrale Bahn hinterer Nervenwurzeln ist wohl nie so, wie Metzler zeichnet, in ununterbrochener Continuität zu sehen. Eine und dieselbe Faser — von der hinteren Nervenwurzel an bis in die Nähe der hinteren Commissur — habe ich nie gesehen. Den Lauf der Fasern aus dem grauen Vorderhorn bis in die vordere Commissur auf so weite Strecken in Continuität, wie Metzler zeichnet, habe ich ebenfalls nie gesehen.

13. Die weisse und graue Substanz des Rückenmarks im Allgemeinen betreffend.

a. Gröbere Structur- und Flächeninhalts-Verhältnisse.

Eine sehr ungenügende Abbildung der Querdurchschnittsfläche des Rückenmarks (natürliche Grösse) gab Al. Monro [57]).

Nach Burdach (p. 135. 1819. l. c.) sollen „.. die hinteren Stränge besonders . . hin und wieder seitwärts sich ausbreiten und die Anschwellungen für die Gliedernerven bilden.“ Ungenügende Ansicht, der Hauptsache nach unrichtig.

Nach Rolando (1824. l. c. p. 66) besteht die weisse Substanz des Rückenmarks aus einer membranösen in einander gefalteten Markplatte „. . l'intima struttura del midollo spinale si può ridurre ad una membrana o lamina midollare increspata e piegata, ed intorno alla sostanza cinericcia nel modo indicato (p. 65) disposta.“ Rolando kam wohl durch die Fortsätze der Pia mater, welche bei grober Anschauung ein solches Bild erzeugen können, auf diese Idee.

Auch Förg (1839. l. c. p. 35) konnte sich von der gefalteten Membran (weisse Rückenmarks-Substanz) Rolando's nicht überzeugen.

Nach Gratiolet (1852. l. c. p. 273) vermindert sich der Flächeninhalt der weissen Substanz oberhalb der Lendenanschwellung: „les faisceaux blancs sont également trés-épais à la région lombaire. Mais ils s'amincissent singulièrement à la région dorsale, on ne peut donc supposer, qu'ils y contiennent un nombre égal de fibres. En conséquence il est probable, qu'un grand nombre de fibres blanches du renflement lombaire se termine dans ce renflement, qu'elles ne dépassent point« [58]). Im Ganzen übereinstimmend mit meinen Erfahrungen; und ein richtiger Grund gegen die Annahme des cerebralen Ursprungs der weissen Rückenmarksstränge.

Dass die weisse Substanz „vom unteren bis zum oberen Ende des Rückenmarks in steter Zunahme begriffen“ sei, behaupten Bidder und Kupffer (p. 36) mit Unrecht (vergl. oben p. 341); die Verfasser widersprechen aber ihrer eigenen Behauptung selbst an späterem Orte ihrer Schrift, wo sie sagen, „die Zunahme der weissen Masse (Substanz des Rückenmarks) von unten nach oben oder gegen das Gehirn hin ist daher, wie auch schon Schilling (p. 14 u. a. O.) ausführte, keineswegs eine stetige“. Bidder und Kupffer, p. 80, Note.

Genaue Messungen des Flächeninhalts der grauen und weissen Substanz auf dem Querschnitt des Rückenmarks hielten Bidder und Kupffer (p. 36 und 37) für ganz unmöglich, wegen „der ganz unregelmässigen Gränzen beider“. Ich glaube das Gegentheil dieser Behauptung gezeigt zu haben.

Die graue Substanz des Rückenmarks ist, nach Carus (1814. l. c. p. 215. 216. 218), „gewöhnlich im Rückenmark um so grösser, je niedriger die Gattung des Thiers selbst, und je jünger das Individuum ist . .“ ein offenbarer Irrthum, der wohl aus der nicht genügenden Untersuchung zu wenig zahlreicher Querdurchschnittsflächen entsprang.

[57]) Al. Monro, Bemerkungen und Beobachtungen über die Structur und Verrichtung des Nervensystems. Aus d. Engl. übers. Leipzig 1787. 4°. Tab. IV. Fig. 2.

[58]) Pierre Gratiolet las in der Société philomatique de Paris am 7. August 1852 die Ergebnisse seiner Beobachtungen über die Structur des Rückenmarks vor; s. l'Institut, journal universel des sciences et des sociétés savantes etc. Paris. Tom. XX. 1. section. 1852. p. 272—273. Nr. 973, 25. Août.

Dass die graue Rückenmarkssubstanz „in jeder Gegend, wo mehr oder stärkere Nerven mit dem Rückenmark zusammenhängen, an Umfang zu“ nimmt, und umgekehrt, fand schon Burdach (1819. I. p. 130).

Dass an den Anschwellungen des Rückenmarks die graue Substanz umfangreicher ist, sagt Arnold (1838. p. 10).

Auch bei'm Frosch findet Blattmann in Brust- und Lendenanschwellung des Rückenmarks Zunahme des Volum's der grauen Substanz (p. 27), einstimmend mit meinen Erfahrungen; aber auch die weisse Substanz hat an der Brustanschwellung der Frösche bedeutenden Antheil.

Die graue Substanz „est plus considérable à la région lombaire qu'en aucune autre région de la moëlle,“ p. 273. 1852. l. c., sagt Gratiolet, übereinstimmend mit meinen Erfahrungen über den Flächeninhalt der grauen Substanz (s. o. p. 345). Gratiolet sagt ferner (1852. l. c. p. 273): „bien que le renflement cervical soit le plus volumineux, l'axe gris y est moins épais qu'au renflement lombaire“, einstimmend mit meinen Erfahrungen.

Dass die graue Substanz „an den Rückenmarks-Anschwellungen .. stärker entwickelt ist als an andern Stellen“ dieses Organs, behaupten auch Bidder und Kupffer, übereinstimmend mit den Erfahrungen der meisten übrigen Forscher und mit meinen eignen.

Nach Arsaky (1813. l. c. p. 10) soll bei'm Zitterrochen die graue Substanz des Rückenmarks ganz fehlen; es ist diess ein Irrthum in Folge mangelhafter Untersuchung; die graue Substanz im Rückenmark des Zitterrochens ist entschieden vorhanden.

Ruysch behauptete schon, dass die graue Substanz des Rückenmarks gar nichts als ein Gefässgewebe sei. Albin wies ihm aber schon die Täuschung nach; dagegen Haller (Elementa IV. 29) wieder die Ruysch'sche Ansicht annahm. Burdach (1819. I. 169) sagt mit Recht: „in der neueren Zeit hat man es allgemein anerkannt, dass die graue Substanz nur reicher an Gefässen ist als die weisse . . .“

Al. Monro [59]) behauptete, dass die äusserste Schicht des Rückenmarks aus grauer Substanz bestehe. Er sagt: „Die äussere Lage (des Rückenmarks) .. enthält .. eine beträchtliche Menge von aschgrauer Substanz, oder man findet, dass .. das Rückenmark unter seiner dünnen Haut (Pia mater) eine äussere aschgraue Substanz enthält, und im Ganzen genommen seiner Structur nach mit dem Gehirn übereinkommt“ (p. 22. 23). Monro liess sich hier eine evidente Verwechselung der Pia mater und ihrer Fortsätze mit genuiner Nervensubstanz zu Schulden kommen.

Bereits Gall rügte diesen Irrthum. Er sagt: „la masse grise n'est pas non plus à nu sur la surface, excepté dans les enfans fort jeunes“ (1810. l. c. p. 62). Aber auch bei den jüngsten Kindern liegt die graue Substanz nicht blos an der Oberfläche des Rückenmarks. Die weisse Substanz bildet an vielen Stellen (der Hinterstränge) eine so dünne durchsichtige Lage, dass die graue Substanz mehr oder minder durchscheint, und dieser Umstand hat Viele zur irrigen Annahme bewogen, dass die graue Substanz hier blos liege.

Auch Keuffel (p. 150. 151) konnte nie graue Substanz um die weisse Rückenmarkssubstanz herum finden, gegen Monro. Jener hält die angebliche graue Substanz für Veränderung der äussersten Schicht der weissen Substanz durch Blut, womit ich indess nicht übereinstimmen kann.

Dagegen bemerkte wieder Burdach (1819. l. c. I. p. 247), wie Monro, „eine äussere Schicht grauer Substanz an der inneren Seite der Gefässhaut.. aber .. 1) nie in der ganzen Länge des Rückenmarks, sondern nur an seinem obersten Theile; 2) nicht als eine zusammenhängende Schicht, sondern

[59]) Al. Monro, Bemerkg. über d. Structur u. d. Verrichtg. des Nervensystems. Aus d. Englischen. Mit 13 Kupf. Leipzig 1787. 4°.

mehr wie einzelne Streifen ..“ Evident hat auch Burdach hier die feinen Fortsätze der Pia mater für graue Rückenmarks- oder genuine Nerven-Substanz gehalten.

Auch Arnold (1838. p. 10) läugnet, gegen Monro, das Vorkommen grauer Substanz an der Peripherie der weissen.

Nach Bidder und Kupffer (1857. p. 35. 36) befindet sich „dicht unter der Pia mater eine Lage grauer Substanz, die bei niederen Wirbelthieren breiter, bei höheren schmäler, fast bis zum Verschwinden fein ist“. Bidder und Kupffer nennen hier eine Bindegewebeschicht, Fortsätze der Pia mater, graue Substanz. Diese darf aber nicht als „graue Rückenmarks-Substanz“ bezeichnet werden, resp. nicht mit den genuinen nervösen Elementen der grauen Rückenmarks-Substanz identificirt werden. Diese Angabe Bidder's und Kupffer's führt entschieden zu einer Verwirrung, und nur wenn man mit Bidder und Kupffer die graue Rückenmarks-Substanz überhaupt als Bindegewebe betrachtet, was aber doch nicht der Fall ist, kann man die äusserste Rückenmarksschicht (resp. die Pia mater) als graue Rückenmarkssubstanz bezeichnen. Dass dieses aber eben so wenig zu rechtfertigen sei, wie jenes, bedarf keiner weiteren Erörterungen.

b. Farbe der grauen Substanz.

Dass die graue Substanz des Rückenmarks „ex cinereo rubescens“ sei, sagt schon Blasius (1666. l. c. p. 20).

Das verschiedene Ansehen der grauen Substanz in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks kannte (ausser Bartholin, Blasius u. A.) auch Rolando (p. 57), „la sostanza cinerea presenta un diverso aspetto secondo che si esamina in una od in un' altra regione.“ Dass „die Farbe der grauen Substanz von ihrem Reichthum an Blut herrührt“, sagt Burdach (1819. I. p. 169). Die verschiedenen Farben-Nuancen der grauen Rückenmarkssubstanz bezeichnet auch Förg (1839. l. c. p. 26). Die verschiedene Farbe der Rückenmarks-Substanzen („die grauen, graurothen, braungelben, violetten und blauen Färbungen“) haben — nach Jacubowitsch, 1857. p. 43 — „nichts Wesentliches, weder mit den Nervenzellen noch mit ihrem Axencylinder zu thun, sondern sie hängen einzig und allein von den Blutgefässen, .. deren Zahl, Dicke, und sonstigen mannichfachen Verhältnissen derselben, ab ..“

Hiermit kann ich deshalb nicht übereinstimmen, weil ein Querabschnitt durch frisches Rückenmark an allen Stellen, wo die Nervenzellen haufenweise gruppirt sind, ein gallertiges, bläuliches, halbdurchsichtiges Ansehen bietet, das nicht von Blutgefässen, sondern von den Nervenzellen selbst bedingt wird.

c. Die Gränzen der grauen Substanz.

Die unbestimmten Gränzen zwischen grauer und weisser Substanz erkannte auch Rolando (p. 68), „si vede constantemente, che i margini della sostanza cinerea (auf Querabschnitten), i quali vengono a contatto colla midollare, sono molto ineguali, e presentano punte disposte a modo di raggi tutto al intorno.“ Rolando nennt jene „punte“ (p. 69) „produzioni della sostanza cinerea“, Verlängerungen, oder Fortsätze grauer Substanz in die weisse.

Die fadigen Fortsetzungen der grauen Substanz in die weisse, welche Rolando fand (s. o. p. 1178), konnte Förg (1839. l. c. p. 9) nicht finden. Förg muss hier besonders vom Zufall verfolgt worden sein, denn an jedem guten Querabschnitt aus der Brust- oder Lendenanschwellung des Ochsen-Rückenmarks sind jene centrale Nervenbahnen mit Leichtigkeit zu sehen.

Die graue Substanz des Vogel-Rückenmarks fand Metzler (l. c. p. 12) eben so mit den vier „Cornua“ versehen, wie im Säugethier-Rückenmark; aus der grauen Substanz gegen die Peripherie des Rückenmarks hin sah er „striae plurimae tenues radiorum ad instar, colore lucido tinctae .. substantiam albam transjicientes .., quos constat transeuntibus nervis vasisque cum tela conjunctiva efformari.“

Die wie mit Stacheln und Zähnen besetzte Gränze, oder die Form der grauen Substanz auf Querabschnitten leitet Schilling (p. 26) von den eintretenden Nervenwurzeln ab, „fibrae primitivae

radicum nervorum usque ad substantiam cineream producuntur, eoque efficiunt, ut .. transverse dissecta figuram exhibeat processibus dentatam aculeisque instructam." Dass dies aber offenbar unrichtig ist, zeigen schon die Gränzen der grauen Substanz und der Seitenstränge, durch welche letztere doch keine Nervenwurzeln eintreten. Die Fortsätze entstehen durch die unregelmässige Lagerung der Nervenzellen und die unregelmässig zur grauen Substanz ein- und die aus ihr austretenden Fasern.

Die Ausläufer der grauen Rückenmarks-Substanz beschreiben Bidder und Kupffer (p. 35). Letztere erhalte dadurch „ein unregelmässig sternförmiges oder strahlenkronenartiges Ansehen mit verschiedentlich starken und ungleichmässig vertheilten Radien, deren äussere Enden in der Peripherie des Rückenmarks auf einen schmalen, ebenfalls aus grauer Masse gebildeten Ring treffen." Hiergegen ist zu bemerken, dass sehr viele Ausläufer der grauen Substanz nicht bis zur Peripherie des Rückenmarks verlaufen.

Bidder und Kupffer fanden auf Längsabschnitten (1857. l. c. p. 80), dass die Gränze zwischen weisser und grauer Substanz „fast niemals .. von einer oder mehreren über den ganzen Schnitt ununterbrochen sich erstreckenden longitudinalen Nervenfasern gebildet wird, sondern in der Regel nimmt jede der innersten Fasern nur einen Theil der Gränzlinien ein, indem das eine Ende derselben zwar der Längenrichtung folgt, das andere dagegen mit einer bald schärferen bald schwächeren Biegung sich gegen die graue Substanz neigt, und in dieselbe hineintritt .." Das letztere Ende soll, nach Bidder und Kupffer, „das nach unten oder hinten gerichtete", das erstere „den longitudinalen Lauf einhaltende, das nach oben oder vorn zum Gehirn gehende" Ende (oder Fragment) der betreffenden Fasern sein.

Diese Angabe Bidder's und Kupffer's ist entschieden unrichtig. Man wird eben so oft ein dem von Bidder und Kupffer beschriebenen ganz entgegengesetztes Verhalten der betreffenden Fasern finden, als ein mit ihrer Beschreibung übereinstimmendes. Die aus der grauen Substanz austretenden Fasern gehen auch schräg von oben und innen nach aussen und unten.

d. Die Elemente und feineren Texturverhältnisse betreffend.

Nervenprimitivfasern in der grauen Substanz läugnet Arnold (1838. p. 14), mit Unrecht.

Bidder und Kupffer nehmen auch transversal laufende Primitivnervenfasern der weissen Rückenmarks-Substanz an (p. 39), die man aber auf einem Querabschnitt „nur selten" in der ganzen Länge ihres Verlaufs zu sehen bekomme, weil sie „keineswegs in horizontaler Richtung das Rückenmark durchsetzen"; man darf wohl sagen, dass man sie niemals in ihrer ganzen Länge sieht.

14. Die Nervenwurzeln betreffend.

„.. Filamenta (der Nervenwurzeln) anteriora posterioribus sunt paulo tenuiora, numero tamen vix pauciora", sagt schon Huber (1741. l. c. p. 6).

Dass die Nervenwurzeln „sibi per omnem medullae longitudinem arctissime apposita sunt .. ubi quodvis eorum vicinum suum ita attingit ..", sagt Huber 1741. l. c. p. 7; ebenso p. 44, wo Huber aber doch zugiebt, dass bei Erwachsenen „majusque spatium inter unumquodque filamentum" vorhanden sei, und dass die Nervenwurzeln „interstitia habent satis conspicua".

Nach Gall (1810. l. c. p. 66) sind alle hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks „évidemment plus fortes" als die vorderen.

Die vorderen Nervenwurzeln fand Rolando dünner, aber zahlreicher als die hinteren, bei Menschen und Thieren, wie Gall, Blasius und Willis (p. 79. 80) u. A. behauptet hatten. Im Dorsaltheil des Rückenmarks seien aber beide Arten von Wurzeln gleich, oder die hinteren gar kleiner als die vorderen, wie Valentin, Willis und Racchetti schon gefunden.

Materielle Unterschiede zwischen den Fasern der sensiblen und motorischen Nervenwurzeln läugnet Valentin 1836 [59]) (gegen Berres) auf das Bestimmteste; übereinstimmend mit Ehrenberg und Joh. Müller.

Nach Förg (1839. l. c. p. 37) sind die hinteren Wurzeln der Spinalnerven „weniger zahlreich und dicker" als die vorderen.

Nach Förg (1839. l. c. p. 38) „giebt es am Rückenmark keine Stelle, an welcher kein Nervenfaden seinen Ursprung nähme", übereinstimmend mit Joh. Müller (Phys. I. 792); im Allgemeinen wahr, doch nicht ausnahmslos; und Förg selbst widerspricht sich (p. 41), indem er sagt: „im mittleren und oberen Theil des Rückenmarks kann man dagegen Stellen, an welchen Nervenfaden hervorkommen, und — freilich nur sehr geringe — nervenleere Stellen unterscheiden . ." übereinstimmend mit Langenbeck [60]), jedoch „. . nur an der hinteren Fläche des Rückenmarks . ." (p. 42); auch an der vorderen nicht selten.

Am Menschen-Rückenmark kommen in der Regel die Nervenwurzeln in einer scheinbar ununterbrochenen Reihe von Fibrillen aus dem Rückenmark heraus; ganz fibrillenfreie Zwischenräume zwischen den Wurzeln zweier benachbarter Nerven finden sich anscheinend gewöhnlich nicht; wenigstens nicht solche von grosser Länge. Indessen finden sich solche Zwischenräume, da die Austrittspunkte der verschiedenen Nervenwurzelfibrillen nicht eine continuirliche Linie bilden, ganz sicher; an manchen Rückenmarken oft recht auffallend.

An manchem Kalbs-Rückenmark z. B. finde ich zwischen dem 2. und 3. Paar der Halsnervenwurzeln einen 1—$1\frac{1}{2}$ Centimètre langen Zwischenraum des Rückenmarks in welchem keine Nervenwurzeln entspringen; an den übrigen Nerven gleichfalls; nur nicht an der Lenden- und Brustanschwellung, wo die obersten Fibrillen des einen Nerven ganz dicht an die untersten Fibrillen des höheren Nerven angränzen. Schröder v. d. Kolk's Annahme solcher Zwischenräume am Rückenmark (s. o. p. 251) ist also ganz richtig.

Trotzdem ist aber nicht anzunehmen, dass in den betreffenden „Zwischenräumen", d. h. an den von Nervenwurzeln freien Stellen der äusseren Oberfläche des Rückenmarks, auch in den diesen Stellen entsprechenden Theilen im Innern des Rückenmarks keine centralen Nervenbahnen vorhanden seien. Denn die Nervenwurzeln laufen ja nicht in absolut horizontalen Ebenen, sondern meist in schrägen durch die weissen Hinterstränge, und demnach findet sich auf Querabschnitten wohl nirgends eine Stelle im Rückenmark, in welcher nicht centrale Bahnen der Spinalnerven zu finden seien.

Die Elemente der Nervenwurzeln betreffend, sagt Blattmann (l. c. p. 47): „die Durchmesser der Nervenfasern in beiden Wurzeln gewähren kaum unterscheidende Merkmale; sie sind ein Gemenge von gröberen und feineren Fasern, nur scheinen letztere in den sensiblen Wurzeln etwas zahlreicher zu sein als in den motorischen."

Dass die hinteren Wurzeln mehr feine Fibrillen führen als die vorderen", behauptet R. Wagner [61]).

Die Menge der Nervenzellen des Vogel-Rückenmarks entspricht der Menge der aus ihm austretenden Nerven, sagt auch Metzler (p. 29): „quo majores sunt nervi, eo major cellularum multitudo . . ac vice versa."

[59]) Valentin, nov. acta A. N. C. XVIII. 1836. p. 101. 166.
[60]) Langenbeck, icon. anat. Tab. II. III. Neurol.
[61]) R. Wagner, neurol. Unters. 1854. p. 167.

15. Den Ursprung des Rückenmarks betreffend.

Ueber den Ursprung des Rückenmarks und seiner Theile sagt 1687 schon Diemerbroeck sehr schön „.. nec cerebrum medullae, nec medullam cerebro suam originem debere, cum in prima delineatione (Entwicklung des Fötus) omnes partes simul delineantur, atque sint immediata naturae opera, quae ita a se mutuo dependent, ut una sine altera nec agere nec vivere possit. Si quis fibras e medulla elongata in cerebrum manifeste adscendere dicat, ego eodem jure ac privilegio dicam, illas e cerebro in medullam descendere ..“ gegen Bartholin, welcher das Gehirn für eine Entwicklung des Rückenmarks hielt („tamquam e radice, assurgere et quasi epullulare“, weil bei manchen Fischen mit grossem Rückenmark das Gehirn sehr klein ist), und Malpighi (epistol. ad Fracassatum), der aus dem genannten Verhältniss bei manchen Fischen eine gleiche Ansicht entnehmen zu müssen glaubte[62]).

Den Ursprung des Rückenmarks betreffend, so theilt schon Rolando dem Rückenmark eine Unabhängigkeit vom Gehirn zu, gestützt auf die Vorgänge bei der Entwicklung beider Organe „.. dal midollo spinale non si sviluppa il cervello .. il detto midollo non è un appendice di questo“ (p. 29).

Gratiolet (1852. l. c. p. 273) glaubt an einen theilweise cerebralen Ursprung des Rückenmarks „.. la moëlle nous apparait à la fois comme un centre par ses parties grises; comme un conducteur, c'est-a-dire comme un nerf, par ses fasciculations blanches; .. les axes gris sont en connexion l'un avec l'autre, mais .. les racines nerveuses, qui s'y rendent, ne s'entrecroisent point avec celles du côté opposé. Les entrecroisements paraissent essentiellement appartenir aux fibres, qui remontent vers l'encéphale. Il me paraît donc probable, que l'action reflexe de la moëlle est directe, et que l'action croisée dépend essentiellement de l'encéphale.“ Angaben, die sich nicht auf Thatsachen stützen, sondern den Thatsachen entgegenstehen (s. o. p. 269, ff.); daher auch die darauf gebauten Schlüsse keinen Boden haben.

Nach Gratiolet soll sich das Rückenmark oberhalb der Halsanschwellung „à peine“ verdünnen, und deshalb meint er „que le plus grand nombre des fibres blanches du renflement cervical remontent vers le bulbe, c'est-à-dire vers l'encéphale“ (1852. l. c. p. 273); dies kann ich nicht als richtig bezeichnen (vergl. o. p. 341, u. a. O.).

Den Ursprung von Nervenprimitivfasern der weissen Vorder- und Seitenstränge von Nervenzellen statuirt 1852 auch Gratiolet (l. c. p. 272) „on peut suivre un grand nombre de fibres nerveuses, appartenant aux faisceaux blancs, jusque dans les cellules ganglionaires“.

Clarke (1853. l. c. p. 352. ff.) nimmt einen cerebralen Ursprung der weissen Rückenmarks-Substanz, resp. der Nervenwurzeln an, mit Kölliker, gegen Volkmann. Clarke fand bei Säugern die weisse Substanz in dem Cervicaltheil des Rückenmarks absolut grösser als irgend anders. Ferner läugnet er, dass alle Nerven in der grauen Substanz enden, weil „at least a great number of them do really pass out of the grey substance as longitudinal fibres of the white columns.“ Clarke vergisst aber, dass die Continuität dieser Längsfasern und der Nervenwurzeln nicht füglich so nachzuweisen ist, um diese Thatsache als ein solches Beweismittel zu gebrauchen. Die betreffenden Längsfasern sind als das intermediäre Fasersystem anzusehen, das von den Nervenzellen des Rückenmarks entspringt. Gegen Kölliker wendet Clarke aber eine wichtige Thatsache ein. „I cannot agree .. that alle these fibres continue the same course within these white columns in the direction of the brain; for it is certain .. that many of them not only pursue a descending course, but that others, which actually ascend, re-enter the grey substance to form loops. It is certain also .. that of the anterior roots .. the fibres, on reaching the grey substance, diverge in a direction as much downwards as upwards“ (p. 353). Die Thatsachen betreffend, dass die Fasern der

[62]) S. Isbrandi de Diemerbroeck, oper. omn. med. et anatom. Genevae 1687. 4°. p. 519.

Nervenwurzeln nach ihrem Eintritt ins Rückenmark ebenso wohl ab- wie aufwärts laufen, so stimmt auch dies mit meinen Erfahrungen (s. o. p. 265, ff.). Was aber die „re-entering fibres" betrifft, welche „loops" bilden sollen, so glaube ich, dass Clarke hier (aus der grauen in die weisse Substanz) absteigende Fasern mit aufsteigenden verwechselt hat; denn Clarke wird zugeben, dass er die betreffenden Fasern nicht von der Nervenwurzel an, durch weisse und graue Substanz in weisse Stränge, und von diesen wieder zurück in die graue Substanz in Continuität verfolgt hat. Die Schlingen betreffend, so habe ich solche nie gesehen. Clarke nimmt zu wenig Rücksicht auf den Faserursprung von Nervenzellen des Rückenmarks selbst; er sagt nur: „I am far from denying, however, that a portion of the roots may be connected with the vesicles of the cord." Auf den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln von den Spinalganglien (d. h. deren Nervenzellen) nimmt Clarke keine Rücksicht. Den Ursprung der Primitivnervenfasern der weissen Substanz des Rückenmarks von den Nervenzellen der grauen läugnete Clarke auch noch 1853. l. c. p. 355, mit Kölliker, gegen Wagner; weil Clarke, unter Tausenden von Präparaten, nur „a few cases only" fand „.. in which it was at all probable". Indessen, meine ich, dass diese wenigen sicheren Thatsachen auch für Clarke hätten genügen müssen, um nicht gegen Wagner zu streiten (vergl. o. p. 944, ff.).

Nach Bidder's und Kupffer's Beobachtungen am Schaaf- und Hühner-Embryo „gehen aus der gleichartigen (noch nicht in graue und weisse Substanz, d. h. nicht in Fasern und Zellen geschiedenem Rückenmark) Masse schon Nervenfasern (Nervenwurzeln) von bedeutender Länge hervor, und besteht eine Fasercommissur (Commissura anterior) vor dem Centralcanal zwischen beiden Hälften (p. 106). Bidder und Kupffer finden hierin mit Recht einen Beweis gegen die Annahme eines cerebralen Ursprungs der Spinal-Nervenwurzeln, weil „die Nervenverbindung zwischen Rückenmark und Peripherie besteht, während die zwischen Rückenmark und Gehirn erst merklich später auftritt."

Bidder und Kupffer nehmen eine centripetale Entwickelung der Elemente der Spinalnervenwurzeln (p. 106) nicht an, als im Widerspruch stehend mit „dem Atrophiren der Nervenfaser in ihrem peripherischen Ende nach der Trennung von den Centraltheilen", und mit der Erfahrung Kölliker's, der „am Schwanze der Froschlarven auf's Deutlichste ein Fortwachsen der Nervenfasern zur Peripherie sah."

Waller's u. A. Erfahrungen haben aber bereits entschieden, dass die hinteren Spinalnervenwurzeln allerdings centripetal ernährt werden, und sich centripetal entwickeln u. s. w. Daher auch Bidder's und Kupffer's Annahme (p. 112), „dass auch für die hintere Wurzel die Richtung des Wachsthums eine centrifugale ist" fallen muss. Sie ist centrifugal und centripetal zugleich, wie Waller dargethan hat.

Bidder und Kupffer leiten den Ursprung sämmtlicher Quer- und Längsfasern der weissen Rückenmarks-Substanz aus der grauen Substanz ab (p. 80), „wie die Querfasern der weissen Substanz aus der grauen hervorkommend zur Aussenfläche des Rückenmarks dringen und in die Nervenwurzeln übergehen, so haben auch die Längsfasern denselben Ursprung, sie gelangen aber nicht nach aussen, sondern setzen sich ununterbrochen zur Medulla oblongata und zum Gehirn fort."

Hiermit kann ich nicht einstimmen. Die hinteren Nervenwurzeln kommen nicht aus dem Rückenmark, sondern treten in solches ein. Die Längsfasern in den Hintersträngen sind zum grössten Theil Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, also nicht aus der grauen Rückenmarkssubstanz abzuleiten; ähnlich verhält es sich mit den übrigen Strängen (s. o. p. 265, ff.). Nur ein verhältnissmässig kleiner Theil der Längs- und Querfasern weisser Substanz ist aus der grauen abzuleiten.

Bidder und Kupffer meinen (p. 82), „wenn auch nur von einem Theil der weissen Längsfasern des Rückenmarks das Entspringen von tiefer unten liegenden Nervenzellen feststeht, so darf, bei dem gleichzeitig erfolgenden ersten Auftreten von Nervenzellen und weisser Substanz im unteren Theile des Rückenmarks, und bei der Zunahme der letzteren gegen das Gehirn hin, dies wohl von allen

longitudinalen Fasern angenommen werden. Man ist daher zu der Vorstellung berechtigt, dass der Mantel, den die weisse Substanz rings um die graue Masse bildet, dadurch entsteht, dass die Längsfasern derselben, aus den Nervenzellen des grauen Rückenmarkskerns hervortretend, sich äusserlich um den letzteren lagern, und dass diese am unteren Rückenmarksende noch dünne Schicht nach oben hin, und zwar stetig an Dicke zunimmt, dass an ihre innere Seite immer neue aus der grauen Masse auftauchende Fasern sich anlegen."

Bidder und Kupffer geben zwar „viele Ausnahmen" im Einzelnen von diesem allgemeinen Gesetze zu; im Allgemeinen aber nehmen sie dieses Verhalten an.

Ich muss, nach meinen Erfahrungen, nur für eine geringe Anzahl von Fasern einen solchen Ursprung und Lauf im Rückenmark zugeben, für die grösste Anzahl der Längsfasern des Rückenmarks nicht, wie ich oben p. 629, ff. auseinandergesetzt habe. Die Nervenzellenfortsätze gehen, wenn sie aus der grauen Substanz in die weisse treten, nicht ausschliesslich nach oben, sondern nahezu eben so zahlreich auch nach unten.

Den Ursprung der Fasern der Seitenstränge leiten Bidder und Kupffer (p. 92) nicht aus den „Wurzelfasern" ab, sondern aus den Nervenzellen der Vorderhörner, wie die weissen Hinterstränge. Ich kann hiermit zum Theil (für die vorderen Lagen der Seitenstränge) übereinstimmen, zum Theil (für die hinteren Fascikel der Seitenstränge) nicht; vergl. o. p. 629, ff.

16. Die Elementarstructur der Nervenprimitivfasern und Nervenzellen betreffend.

Nach Barba besteht jede Nervenprimitivfaser aus einer äusseren und mehreren inneren zellgewebigen Scheiden, die sämmtlich mit Nervenmark besprengt sind[62]). Barba fand bei 1000facher Vergrösserung (aus den Hüftnerven), dass sowohl die äussere Scheide als die Membranen, von denen das Mark inwendig umschlossen wird, aus einer zahllosen Menge dicht mit einander verbundener dunkler Longitudinalfäden (fili longitudinali ed opachi) zusammengesetzt waren, die sämmtlich mit Marksubstanz besprengt waren, welche aus ganz kleinen Kügelchen besteht, das denen des Hirnmarks gleich sei. Der besagte innere Raum einer jeden Nervenprimitivfaser würde also, nach Barba, in mehrere Höhlen oder röhrenartige Canäle getheilt. Er sah ferner .. dass aus der Scheide (der Nervenprimitivfasern) „viele Fäden zum Zellgewebe (benachbarter Nervenprimitivfasern) hingehen und sich in dasselbe versenken, so dass man sie für Bestandtheile des Zellgewebes selbst zu halten berechtigt ist." Durch Zerreissung der Nervenprimitivfasern mit Nadeln fand Barba, „dass sich von seiner (des Nervenfadens = Nervenprimitivfaser) Scheide viele Fäden getrennt hatten, die den Fäden des Zellgewebes ganz gleich, und sämmtlich mit Nervenmark (pulpa nervosa) besprengt waren." An einer anderen Nervenprimitivfaser fand Barba, „dass sich in dem Verhältnisse, als sich davon eine faserige Membran lostrennte, seine Masse allmählig verminderte, und der Nerv rollte sich gleichsam auf, wie wenn man ein zusammengerolltes Papierblatt aufrollt." .. An einem anderen Nervenfaden (Nervenprimitivfaser) trennte Barba „den grössten Theil seiner äusseren Scheide in die einzelnen Fäden, woraus sie zusammengesetzt ist; dieselbe Trennung wurde auch mit den inneren Scheiden vorgenommen .. unter dem Mikroskop erkannte man ganz deutlich, dass alle Fäden von Nervenmark umwickelt waren, und dass dieses aus Kügelchen bestand." Durch Ausspülung der Nervenmasse mit destillirtem Wasser „.. liessen sich die gedachten Fäden auf's Deutlichste wahrnehmen." Wiederholte Untersuchungen liessen Barba erkennen, „dass sowohl diejenigen (Fäden), wor-

62) Barba, osservazioni microscopiche etc. Napoli 1807. Im Auszug mitgetheilt in: Reil's Archiv. X. 1811. p. 469.

aus die äussere Scheide des Nervenfadens besteht, als diejenigen, welche die inneren Umhüllungen desselben ausmachen, ganz denen des Zellgewebes gleich waren, wodurch die sämmtlichen Nervenbündel (Funicelli) zu einem gemeinschaftlichen Stamme verbunden werden."

Die zellgewebige Natur der feinen Nervenelemente suchte Barba auch durch Vergleichung von Zellgewebe aus verschiedenen Körpertheilen mit den Nervenscheiden nachzuweisen.

Barba dachte sich nun die Zusammensetzung einer jeden Nervenprimitivfaser so, dass „die äussere aus Zellgewebe bestehende Scheide in die Nervensubstanz eintritt, sich hier umschlägt, um eine Windung (rivoluzione) zu machen, hierauf sich wieder umschlägt, um eine zweite und so weiter noch mehrere Windungen zu machen, bis sie in den Mittelpunkt des Nerven gelangt", so dass „das Nervenmark längs des Zwischenraums der verschiedenen Windungen gewissermaassen eine förmliche Spirallinie beschreibt."

Barba bemerkt, er habe bei seinen früher gemeinschaftlich mit P. Torre gemachten Untersuchungen die Zellgewebefasern im Innern jeder Nervenprimitivfaser mit dem darin vorhandenen Mark selbst verwechselt; da jene Fasern mit markiger Nervenmasse umgeben seien, so glaubte man, dass sie zu dieser letzteren gehörten. Torre habe sie deshalb feine, longitudinale und consistente Fasern genannt, gebildet aus Kügelchen des Nervenmarks. .. Auch A. Monro und Fontana hätten den gleichen Irrthum begangen.

Ich führe die Ansichten Barba's aus dem Grunde hier genauer an, weil in der neuesten Zeit wieder eine Ansicht über den feinsten Bau der Nervenprimitivfasern vorgebracht worden ist, die fast ganz der Barba'schen gleich ist, ich meine die Ansicht Jacubowitsch's, resp. Bidder's und Kupffer's, s. o. pag. 746 und pag. 745, welche an jeder Nervenprimitivfaser Alles, was nicht Axencylinder ist, als Zellgewebe betrachten. Insbesondere muss es auffallen, dass die Ansicht Jacubowitsch's, welcher den Axencylinder als in Zellgewebe eingerollt betrachtet, gewissermaassen Barba's Anschauung ganz und gar wiederholt — abgesehen vom Axencylinder.

Was die Angaben Barba's selbst betrifft, so erkennt man darin ein Stückchen Wahrheit; d. h. die Elementarröhrchen sind mikroskopisch nicht von Bindegewebefäden zu unterscheiden, deshalb aber nicht zu identificiren. Dass sie umgeben mit Nervenmark seien — ist unbewiesen.

Barba[63]) glaubte noch 1819, dass die Nervenprimitivfasern des Rückenmarks (wie die Elemente des Gehirns) aus Kügelchen zusammengesetzt seien, welche „die merkwürdige Eigenschaft besitzen, sich in gerade Linien zu ordnen .. und die alle in einer durchsichtigen höchst elastischen Flüssigkeit schwimmen" (p. 28 ff.). Barba untersuchte aber (wie P. della Torre) comprimirte Substanz des Rückenmarks unter einer einfachen Linse, die 600, 1000—1900 Mal linear vergrösserte. Ebenso drückt er sich (p. 30 ff.) über die Nervenwurzeln aus der Cauda equina aus, und verwechselte offenbar die in Form von Kügelchen aus dem natürlichen Zusammenhang durch Druck entfernten Theile (flüssiger Inhalt der Nervenprimitivfasern), also ein Artefact, mit den wahren Elementen der Nervenprimitivfasern. Merkwürdig ist eine Aeusserung, p. 32, wo Barba sagt: er habe immer bemerkt, „dass der Mittelpunkt jener Schnürchen (Nervenprimitivfasern, mit der Nadel auseinandergezerrt) des Pferdeschweifs eine Membran enthält, welche ganz verschieden ist von der, die die äussere Hülle derselben bildet." Wahrscheinlich sah Barba hier den Axencylinder, den er als „Membran" bezeichnet. Daher er auch (ibid. p. 32) sagt, dass alle Spinalnervenwurzeln „noch ausser der äusseren Scheide eine Membran haben,

[63]) A. Barba, osservazioni microscopiche sul cervello e sue parti adjacenti. Seconda edizione con aggiunte. Napoli 1819. Uebersetzt unter dem Titel: Mikroskop. Beobachtungen über das Gehirn etc von Dr. J. J. Albrecht v. Schönberg, Würzburg 1829, bei Strecker, 4°, mit einer Steindrucktafel.

welche sammt der markigen Substanz zur Bildung der inneren Structur derselben mitwirkt." Hiermit wäre also auch Barba, nach Fontana und vor Remak, als Wiederentdecker des Axencylinders zu bezeichnen. Doch wurde Barba wohl nicht ganz klar über diesen Punkt. Barba hielt jede Nervenprimitivfaser (1819. s. 1829. l. c. p. 37) peripherischer Nerven für „zusammengesetzt aus mehreren concentrischen Schichten oder Röhren, in deren Zwischenraum die flüssige Nervenmaterie enthalten sei, resp. verlaufe, indem das die äussere Hülle der Nervenprimitivfasern bildende Zellgewebe sich nach innen umschlage, um die zweite der äusseren Hülle concentrische Schichte zu bilden, und so weiter, indem es sich nach Art einer Spindelschraube dreht" bis es zum Mittelpunkt (d. h. der Axe) der Nervenprimitivfaser gelangt. Dadurch geschehe es, dass das Nervenmark „den Zwischenraum zwischen der einen Windung und der unmittelbar unter dieser folgenden in einer schneckenförmigen Bewegung durchlaufen" müsse (p. 38). Diese Angabe ist eine willkürliche und kann nicht bestätigt werden. Merkwürdig aber bleibt die alsbald folgende Aeusserung Barba's (p. 38), dass er die, auch anderen Anatomen bekannte, Thatsache bestätigt habe, dass „die Scheide jeder Nervensaite zelliger Natur wäre. Nur wusste man noch nicht .. dass in dem inneren Raume jedes kleinen Nerven (Nervenprimitivfaser) sich auch noch ein festes Zellgewebe befinde, welches jenen Raum in mehrere Räume theilt .." Der von Barba als Zellgewebe bezeichnete Theil im Innern jeder Nervenprimitivfaser stimmt mit den von mir als Axencylinder sammt dessen Ausläufern bezeichneten Elementen überein; somit findet hier Barba's Beobachtung in gewisser Hinsicht ihre Bestätigung.

Guido Wagener [64]) tritt für die Wahrheit der von mir im Jahre 1856 (in meiner Schrift über Nervenprimitivfaser und Nervenzelle, p. 81. 82, und auch noch jetzt, s. o. p. 813) bezweifelten Angaben Lieberkühn's in die Schranken, da er die betreffenden Zeichnungen selbst angefertigt hatte, die er als durchaus naturgetreu betrachtet wissen will.

Ferner gelang es Wagener, bei dem Blutegel und Aulacostoma nigrescens „den Kernkörperfaden mit dem Kernkörper im Zusammenhange darzustellen .. der Faden war öfters umgeknickt .. und man sah .. seinen elliptischen Querschnitt .. die vom Kern ausgehende Röhre aber liess sich nicht nachweisen. .. Bei Limax ater und Lymnaeus stagnalis aber liess sich Beides zusammen nachweisen (Fig. 3. 4. 5. 6). Zuweilen lag der vom Kernkörper ausgehende Faden noch innerhalb der vom Kerne ausgehenden Röhre, zuweilen war eins von beiden nur sichtbar, zuweilen — und das war das Häufigste — liess sich nur ein heller unbestimmt im dunklen Kerne begränzter Streifen wahrnehmen, in welchem manchmal der Kernkörperfaden zu sehen war."

Wagener begleitet seine Mittheilungen mit einigen Abbildungen. Fig. 1 ist eine Ganglienzelle aus dem Bauchstrang des Blutegels. Wagener bildet einen Faden vom Kernkörper ausgehend ab, „der sich umknickt und seinen Querschnitt zeigt." Was Wagener hier für Umknickungsstelle hält, sieht aus wie eins von den runden Körnchen, die sich meist mehrfach in dem Nucleolus finden. Ob es eine Umknickungsstelle ist, kann nichts weniger denn als ausgemacht gelten. Ein zweiter Fortsatz des Nucleolus lief unter der Zelle her. Gegen diese Mittheilung habe ich weiter nichts einzuwenden, als dass hiermit noch nicht nachgewiesen ist, dass der Faden den Axencylinder einer Nervenprimitivfaser bildete. In Fig. 2 bildet Wagener einen „isolirten Ganglienzellenkern (vom Blutegel) ab, dessen Kernkörperfaden sich umknickt und seinen Querschnitt zeigt." Die „Umknickung" ist hier (wie in Fig. 1) innerhalb des Nucleus, in fast spitzem Winkel anscheinend. Auch hier ist nicht sicher, dass das, was Wagener als Umknickungsstelle bezeichnet, wirklich solche ist. Ich würde die Deutung des Befunds naturgemässer halten, wenn die problematische Umknickungsstelle als eins der beiden Körnchen des hier gar nicht sichtbaren (resp. gar nicht gezeichneten) Nucleolus bezeichnet würde, die durch eine

[64]) Guido Wagener, über den Zusammenhang des Kernes und Kernkörpers der Ganglienzelle mit dem Nervenfaden, in: Kölliker's und Siebold's Zeitschr. f. wiss. Zool. 1858. p. 455 ff.

Brücke scheinbar in Verbindung stehen. In Fig. 1 sieht man den grossen Nucleolus. Wenn Wagener in Fig. 2 nicht den Nucleus mit dem Nucleolus verwechselt hat — was ich aber glaube — da der „Kern" in Fig. 2 eben so gross ist als der Nucleolus in Fig. 1, so ist in Fig. 2, 3, 4, 6 der Nucleolus nicht im Gesichtsfeld deutlich gewesen. Dass auch hier die Hauptsache — der Uebergang des Fadens in den Axencylinder der Nervenprimitivfaser — unberührt und unbewiesen ist, versteht sich von selbst. In Fig. 3 bildet Wagener eine Nervenzelle (aus Limax ater) ab, in welcher „vom Nucleolus ein Faden nach einer Seite" abgeht, während „nach der anderen Seite zu der dunkle Nucleus sich in einen lichten fein längsstreifigen Fortsatz fortsetzt, der eine Röhre (?) bildet" (p. 457). Zugegeben, dass Wagener's Bild treu ist, so geht hieraus hervor, dass der Faden des Nucleolus und der Streifen des Nucleus ganz unabhängig von einander nach verschiedenen Richtungen verlaufen, und dass sie nicht die Bedeutung haben, welche Wagener ihnen beilegt. Denn ein Axencylinder, der ohne Nervenprimitivfaser verläuft, kann nicht als Axencylinder gedeutet werden, und eine Nervenprimitivfaser ohne Axencylinder wäre nicht eine Nervenprimitivfaser. Es ist hier ferner nicht bewiesen, dass der Kernkörperfaden nach dem Austritt aus der Nervenzelle einen Axencylinder bildet. Ob der Nucleus-Fortsatz eine „Röhre" darstellt, ist von Wagener auch nicht bewiesen, und ich finde selbst nicht einmal einen Wahrscheinlichkeitsgrund für eine solche Bezeichnung. Man sieht, wie leicht auch Wagener von vorgefasster Meinung zur Annahme von Dingen verleitet wird, die hier, wo die äusserste Skepsis vonnöthen ist, sicherlich nicht erwartet werden sollte. Dass aber die vermeintliche „Röhre" nach ihrem Austritt aus der Nervenzelle eine Nervenprimitivfaser gebildet habe — ist ebenfalls nicht sicher gestellt.

In Fig. 4 bildet Wagener einen Nucleus (von Limax ater) ab, in welchem „der dunkle isolirte Kern in eine helle lichte fein längsstreifige Röhre sich verlängert, welche einen durch den Kernkörper gehenden Faden einschliesst. Letzterer ist innerhalb des dunklen Kernes von einem lichten, nicht scharf begränzten Raume umgeben" (ibid.). Was der „lichte Raum" um den „Faden" bedeutet — ist ungewiss; ob Faden und Nucleus-Fortsatz in eine Nervenprimitivfaser übergehen — eben so; ob der Nucleus-Fortsatz eine Röhre ist — gleichfalls. In Fig. 5a bildet Wagener einen anderen isolirten Nucleolus (ebendaher) ab, „mit einem andern durch Substanz verbunden" (b), so wie einen zweiten (a) „noch innerhalb seiner Zelle liegend". Wagener verwechselt hier Nucleolus ab mit einem Körnchen-artigen Gebilde des Nucleolus. Der „Faden" ist hier gleichsam nur eine Commissur zwischen zwei Körnchen des Nucleolus (letzterer selbst ist in Fig. 5a als ein heller Kreis dargestellt; in 5b gar nicht). Diese Commissur aber ist in Fig. 1 und 2 von Wagener ebenfalls bildlich dargestellt; das zweite Körnchen des Nucleolus hat aber Wagener als Umknickungsstelle des Fadens bezeichnet, wie mir scheint, ohne allen Grund; die Fig. 5 Wagener's (die bei doppelt so starker Vergrösserung gezeichnet wurde als die übrigen) hätte Wagener'n die Ansicht von der Umknickung verdächtig machen müssen. In Fig. 6 giebt Wagener die Abbildung von einem „Ganglienzellenkern aus dem Schlundganglion von Lymnaeus stagnalis. Der Kern geht in eine leichte, fein längsgestreifte Röhre über, innerhalb welcher man den vom Kernkörper kommenden Faden sieht." Der hier abgebildete Nervenzellenkern ist eben so gross wie derjenige in Fig. 1. Dagegen ist der eigentliche Nucleolus gar nicht abgebildet, und was von Wagener in diesem Kern als Nucleolus angesprochen wird, ist nichts anderes als eines der Körnchen-artigen Gebilde des Nucleolus. Mir scheint es evident, dass Wagener den Nucleolus nicht in den Focus eingestellt hatte, oder dass derselbe durch die Präparation in der betreffenden Nervenzelle so undeutlich geworden war, dass Wagener ihn nicht mehr sehen konnte. In Zellen mit so grossen Kernen, wie die von Wagener abgebildeten sind, erscheinen nämlich die Nucleoli stets grösser als diejenigen, welche Wagener in Fig. 2, 3, 4, 5 und 6 als solche abbildet. Nur in Fig. 1 bildet Wagener den Nucleolus richtig ab, ohne ihn aber richtig zu deuten. Er hält auch hier die centrale Schicht des Nucleolus, resp. eines seiner Körnchengebilde, fälschlicher Weise für den Nucleolus selbst, indem er sagt: „Man sieht vom Kernkörper einen Faden ausgehen." Auch in Fig. 5a bildet Wa-

gener den Nucleolus ab (als hellen Kreis um das unterste Körnchen, gleich einem Loch, in welchem das unterste Körnchen liegt), ohne ihn aber als solchen zu deuten. Ob das von Wagener in Fig. 6 als „Röhre“ angesprochene Gebilde eine Röhre sei, ist unbewiesen. Ob der „Faden“ und die „Röhre“ sich in eine Nervenprimitivfaser fortsetzen, ist ebenso unbewiesen.

Nach allen diesen Erörterungen kann ich auch diese neuesten Mittheilungen Wagener's nicht als solche betrachten, welche die Ansichten Lieberkühn's besser stützen könnten, als solches von Lieberkühn selbst versucht worden ist. Es geht daraus aber genügend hervor, dass noch Vieles auf diesem Felde aufzuklären bleibt, und dass die Verhältnisse zwischen den verschiedenen gröberen Bestandtheilen der Nervenprimitivfasern und der Nervenzellen nichts weniger als so einfach sind, wie Lieberkühn, Wagener u. A. darzustellen bemüht gewesen sind.

Jacubowitsch theilte im October 1858 [64]) der Pariser Akademie der Wissenschaften folgende Resultate seiner Untersuchungen über das Verhalten der Elemente des Gehirns und Rückenmarks mit:

Ein wenig frische Nervensubstanz (z. B. aus dem grauen Vorderhorn des Rückenmarks) mit der Lanzettenspitze abgenommen, auf eine Glasplatte ausgebreitet, mit einigen Tropfen carminsauren Ammoniak's befeuchtet, nach einer halben Stunde mit einem Deckgläschen bedeckt und dann mikroskopisch untersucht, zeigt die Nervenelemente stark gefärbt und dadurch von der umgebenden ungefärbt gebliebenen Substanz isolirt (a); die grossen Nervenzellen der Vorderhörner besitzen eine Membran (b); der Zelleninhalt, matt gefärbt, besitzt eine durchaus homogene Natur (c), mithin sei das fein granulirte oder punktirte Ansehen der Nervenzellen theils durch chemische Reagentien, theils durch Zersetzung bedingt (d); die Zellen differiren unter sich in Form und Grösse (e), die Stärke und Zahl ihrer Fortsätze sei schwankend (f), die Fortsätze besässen eine Hülle, die von der Zellenmembran ausgeht (g), die spindelförmigen Nervenzellen unterscheiden sich von den motorischen durch ihre constante Form, Dimension und Zahl ihrer (3—4) Fortsätze (h). Nur der Axencylinder der Nervenprimitivfasern werde durch das oben erwähnte Verfahren gefärbt, während Neurilem und Medullarsubstanz ungefärbt bleiben (i). Das Neurilem bestehe aus Zellgewebe, weil man in dem die Nervenprimitivfasern und Nervenzellen umgebenden Bindegewebe „Zellgewebskörper“ finde (k). Die motorischen und sensiblen Nervenzellen communiciren durch lange und feine Fortsätze (l), nicht blos motorische untereinander. Mit Chromsäure behandelte Nervenzellen verändern weder Form noch Dimension, daher die durch dies Reagens erlangten Resultate zuverlässig seien (m).

Diese Mittheilungen geben mir zu folgenden Bemerkungen Anlass:

ad a) Da sich durch die Carminlösung auch die Blutgefässe und das Bindegewebe färben, so kann eine solche Isolirung der Nervenzellen durch Carmin, wie Jacubowitsch sie annimmt, nicht zugegeben werden.

ad b) Diese Beobachtung stimmt ganz mit meinen Erfahrungen überein, s. o. p. 778, u. a. O.

ad c) Die Homogeneität des Nervenzellen-Inhalts scheint nur bei ungenügender Beobachtung vorhanden, kann daher, nach dem Ergebniss meiner Beobachtung, nicht zugelassen werden; vergl. oben p. 780, u. a. O.

ad d) Das granulirte Ansehen des Nervenzellen-Parenchyms findet sich an ganz frischen Nervenzellen und an Chromsäurepräparaten, von denen Jacubowitsch sagt, dass sie sich nicht alteriren.

ad e) Längst bekannt. ad f) Desgleichen. ad g) Von mir auch nachgewiesen (s. o. p. 787, ff.).

ad h) Von mir oben p. 983, 989 als unrichtig dargelegt.

ad i) Von mir p. 872 und 875 beschrieben, und schon im Juli 1858 veröffentlicht.

64) Jacubowitsch, Sitzungsberichte der Académie des Sciences, 11. Oct. 1858; auch mitgetheilt in der Berliner „Medicinischen Centralzeitung“ 1858, 3. Novbr., 88. Stück.

ad k) Was Bindegewebskörper genannt wird, bleibt erst noch zu demonstriren, beweist also nichts.

ad l) Möglich, aber „lange feine Fortsätze“, welche Communicationen bilden, sind kaum oder nicht nachzuweisen.

ad m) Einstimmend mit meinen Erfahrungen.

17. Die Blutgefässe des Rückenmarks betreffend.

Die Blutgefässe des Rückenmarks beschrieb Willis (1660, l. c. 1695. p. 163 ff.) sehr genau, und gab (Tab. XIII) mehrfache, obwohl mehr schematische und immer ziemlich rohe, Abbildungen derselben.

Eine genaue Abbildung der arteriellen und nervösen Blutgefässe giebt R. Vieussens (1685. Lugdun. Fol. Tab. XVIII. XIX).

Nach Förg (1839. l. c. p. 34) bilden die beiden Arteriae spinales posteriores „hauptsächlich durch ihre Ausbreitung das Netz, welches als Pia mater das Rückenmark umgiebt“; unrichtig.

Dass „in der grauen Substanz die Aederchen ein sehr verwickeltes und dichtes, durch zahlreiche Anastomosen nach allen Richtungen hin verflochtenes Netzwerk bilden, während in der weissen Substanz die Aederchen gestreckt laufen“, sagt Förg (1844. l. c. p. 48), übereinstimmend auch mit meinen Erfahrungen.

Dass die graue Substanz des Centralnervensystems gefässreicher sei als die weisse, sagt auch Kölliker (Mikr. Anat. 1850. p. 499. 500): „die Stellung der eintretenden Gefässe ist am Rückenmark zum Theil regelmässig, in Reihen; zwei solche finden sich im Grund der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der Pia mater rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche, und andere nicht selten entsprechend den Wurzeln und dem Ansatze des Ligamentum denticulatum.“

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Diese Tafel stellt einen horizontalen Querabschnitt aus der unteren Hälfte der Lenden-Anschwellung (Ursprungs-Gebiet des unteren Drittheils der Wurzeln des ersten Sacralnervenpaars, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ Zoll unter der Mitte der Lendenanschwellung) eines in Chromsäure gehärteten Ochsenrückenmarks fünfzigfach linearisch vergrössert dar. Sie zeigt zwei symmetrische Seitenhälften, von denen die rechte eine genauere Darstellung der Natur, wie solche bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope erscheint, bietet, die linke aber nur die Umrisse zeigt. Eine gleich vollkommene Ausführung beider Seitenhälften wäre eine Verschwendung gewesen, ohne irgend einen Nutzen zu haben. Absolute Symmetrie ist zwar in der Natur nicht vorhanden; sie wurde aber hier angenommen, um die Theile der einen Seitenhälfte zur genaueren Bezeichnung der gleichnamigen, in der andern Seitenhälfte enthaltenen, zu gebrauchen.

Durch diese Tafel beabsichtige ich eine genaue Darlegung der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks, wie solche — im Allgemeinen genommen — sich auf Querabschnitten darbieten. Diese Abbildung ist nach mehreren gelungenen Abschnitten aus der genannten Gegend des Rückenmarks, d. h. aus ganz nahe benachbarten Schichten der nämlichen Gegend gezeichnet, und mit möglichster Genauigkeit nach der Natur dargestellt worden; es ist also hier kein Schema, keine Skizze, sondern eine, mit fast photographischer Treue gegebene, bildliche Darstellung der natürlichen Verhältnisse, und keine Faser, kein Nervenkörper ist gezeichnet worden, welcher nicht die treue Copie der Natur wäre. Die Zeichnung geschah unter dem Schiek'schen grossen Mikroskope bei Ocular 0 und Objectivlinsen Nr. 1+2+3. Es ist dieses — nach vorgenommener Messung — eine Vergrösserung von 55 linear. Es wurden aber die natürlichen Umrisse in der Weise genau 50-fach vergrössert gezeichnet, dass zuerst der Durchmesser von vorn nach hinten, entsprechend der Fissura anterior und posterior, und dann der grösste Durchmesser von einer Seite zur anderen mit Hülfe des Cirkels genau fünfzig Mal vergrössert, bestimmt, beide Durchmesser aber in Form von zwei in rechten Winkeln sich schneidenden Linien auf das Papier aufgezeichnet wurden. Alsdann wurden die übrigen Umrisse eben so genau bestimmt und aufgezeichnet. Es geschah dieses 1) mit Hülfe einer Glastafel, auf welcher ein mikrometrisches Quadratnetz gezogen war; jede Seite jeden Quadrats dieses Netzes war = 2 Mm. lang. 2) Mit Hülfe eines entsprechend grossen Papiers, auf welchem ein, dem auf dem Glasmikrometer gleiches, aber 50-fach vergrössertes, Quadratnetz gezogen war, d. h. jede Seite jeden Quadrats dieses Netzes war = 100 Mm. lang. Die Glasplatte, welche das Quadratnetz enthielt, wurde über das zwischen zwei Glasplättchen eingekittete Präparat gelegt, und unter das Mikroskop gebracht. Hier sah man also (das Präparat wie) das Quadratnetz der Glastafel 50-fach vergrössert, eben so wie auf dem Papier, und so diente diese Glastafel sammt ihrem Quadratnetze als sicherer Anhaltspunkt, um die betreffenden Theile auf das, mit dem 50-fach vergrössert gezeichneten Quadratnetz versehene, Papier zu übertragen. Eine geringe Verstellung des Focus genügte, um das Quadratnetz der Glastafel oder die einzelnen Theile des Präparats auf das Schärfste zu erblicken, oder beide gleichzeitig etwas weniger scharf. Mit einer photographischen Genauigkeit wurde ein jeder Theil des Präparats, der in einem bestimmten Quadrate des auf der Glastafel befindlichen Netzes genau begränzt erschien, in das ent-

sprechende Quadrat des Papiers eingezeichnet, bis die sämmtlichen Theile des Präparats, die in den verschiedenen Quadraten des Netzes erschienen, auf das Papier naturgetreu aufgetragen waren. Auf diese Weise war es möglich, eine 50-fach vergrösserte Figur zu erlangen, welche in allen ihren einzelnen Theilen die genauen gegenseitigen Grössenverhältnisse hatte, wie der natürliche Querabschnitt (nur 50 Mal vergrössert) und alle einzelnen Theile genau so zeigte, wie sie in dem mikroskopischen Bilde erschienen.

Ueber das Ansehen der verschiedenen Theile eines Querabschnitts aus einem in Weingeist oder erst in Chromsäure und nachher in Weingeist gehärteten Rückenmarke habe ich bereits wiederholt genauere Mittheilungen gemacht. Ich will daher hier kurz anführen, dass, wenn man einen feinen Querabschnitt aus dem gehärteten Rückenmarke bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope untersucht, also auch in dem hier zu beschreibenden Querabschnitte, bei allen Vergrösserungen mittlerer Stärke (bei Linsen mit weiter Focaldistanz, also von 15 bis zu etwa 200—300 linear), alle Querdurchschnittsflächen von Längsfasern der weissen Substanz grauschwarz oder schwarz erscheinen; alle in Continuität erscheinenden Fasern der weissen Substanz silbergrau oder hellgrau aussehen; dass die graue Substanz aber gelb oder gelbweiss erscheint.

Auf solche Weise unterscheidet man nicht blos ganz leicht die weisse und die graue Substanz, sondern auch die Fasercontinuität innerhalb der grauen wie innerhalb der weissen Substanz, d. h. Querfasern in Continuität zwischen Querdurchschnittsflächen von Längsfasern, oder zwischen Nervenkörperhaufen und einem verfilz*t*en Gewebe von Schrägfasern u. s. w. Diese Tafel ist ausserdem dazu bestimmt, als Erläuterungstafel oder Hülfstafel für die im Folgenden noch zu erklärenden Tafeln 2—10 zu dienen, welche sämmtlich nach bedeutend schwächeren Linearvergrösserungen gezeichnet worden sind, aus dem später anzugebenden Grunde. Diejenigen Theile, welche daher in den folgenden Tafeln, wegen geringer Vergrösserung, weniger deutlich erscheinen, zeigen in dieser ersten grösseren Tafel ihren deutlicheren Prototyp.

Bei *a b* sieht man die fissura longitudinalis anterior; bei *a* ist die Uebergangsstelle der vorderen Längsspalte in die vordere Oberfläche des Rückenmarks; bei *b* der Grund der Fissur, dicht vor der Commissura anterior; bei *c d* die fissura longitudinalis posterior; bei *c* ist die Uebergangsstelle der hinteren Längsspalte in die hintere Oberfläche des Rückenmarks; bei *d* der Grund dieser Längsspalte dicht hinter der commissura posterior; bei *e* ist der canalis centralis, begränzt von seinem Flimmer-Cylinder-Epithelium, *f*, welches aus vier abwechselnd dunklen und hellen concentrischen Kreisen zusammengesetzt zu sein scheint. Bei *gg* ist die Substantia gelatinosa centralis sichtbar, den Centralcanal ringsum einschliessend. Bei *hh*, *h'h'*, die Commissura anterior; *hhh* eintretende, *h'h'h'* austretende Fasern. Die länglichen dunklen Massen bei *i*, *i*, sind die Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, welche durch die in die vordere Commissur aus der grauen Substanz eintretenden Faserbündel von den übrigen Fascikeln der Vorderstränge gleichsam abgeschnürt sind. Bei *k* ist die Commissura posterior, anscheinend aus parallelen Querfasern bestehend, mit feinkörniger grauer Substanz vermischt. Bei *AA'* ist die vordere Gränze der weissen Vorderstränge oder der vordere Rand des Querabschnitts, resp. die Gränze desselben an der vorderen Fläche des Rückenmarks; die Querdurchschnittsfläche der weissen Vorderstränge ist bei *l*, *l*, *l*, *l*, *l*. Bei *BB'* sieht man die hintere Gränze der weissen Hinterstränge; die Masse der weissen Hinterstränge selbst oder die Querdurchschnittsfläche derselben ist mit *m*, *m*, *m*, *m*, *m* bezeichnet. Zwischen *A'* und *B'* ist die seitliche Gränze oder äussere Oberfläche der Seitenstränge, *C*, *C'*. Die Querdurchschnittsfläche der Seitenstränge oder ihre Masse ist mit *p*, *p*, *p*, *p*, bezeichnet. Bei *DD''* ist die innere Gränze der grauen Vorderhörner, mit welcher sie an die hintere, resp. imaginäre äussere Seite oder Fläche derjenigen Abtheilung der weissen Vorderstränge stossen, die zunächst der vorderen Längsspalte befindlich ist. Bei *D' D''* ist die vordere Gränze der grauen Vorderhörner oder grauen Vorderstränge, wo sie an die vorderen weissen Stränge stossen, und zwar in dem von der vorderen Fissur etwas entfernteren Theile der weissen Vorderstränge, durch welchen die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln in dickeren Bündeln verlaufen; bei *D*+ *D*=|= ist die äussere oder seitliche Gränze der grauen Vorderhörner, wo sie an den Seitensträngen anliegen; bei *D'''* *D** und in querer Richtung weiter nach innen, gegen den Centralcanal hin, ist die hintere (imaginäre) Gränze der grauen Vorderhörner, mit welcher sie an die imaginäre vordere Gränze des grauen Hinterhorns stossen. Die Masse der vorderen grauen Substanz selbst ist mit *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, bezeichnet. Bei *E E'* sieht man die innere Gränze der grauen Hinterstränge, mit welcher sie an die dem hinteren Längsspalt zunächst gelegenen

Massen oder Bündel der weissen Hinterstränge oder an die am meisten nach innen und vorn gelagerten Theile der weissen Hinterstränge anstossen. Bei E' E'' erblickt man die hintere Gränze der grauen Hinterhörner, mit welcher sie an die der hinteren Rückenmarksoberfläche näher gelegenen, und von dem hinteren Längsspalt mehr nach aussen entfernteren, Bündel der weissen Hinterstränge angränzen. Bei E'' E^* ist die äussere Gränze der grauen Hinterhörner, mit welcher sie an den inneren Rand der hinteren Hälfte oder hinteren Abtheilung der Seitenstränge angränzen. Wenn man eine Linie in querer Richtung von von E^* nach E ziehen wollte, so würde man die imaginäre vordere Gränze der grauen Hinterhörner in der Richtung von E^* nach E erblicken, die auch als die Basis der grauen Hinterhörner, E^* E, bezeichnet zu werden pflegt. Im Grunde genommen ist diese Gränze gleichbedeutend mit der oben schon bezeichneten Gränze D''' D^*, der hinteren imaginären Gränze der grauen Vorderhörner.

Die Querdurchschnittsfläche der grauen Hinterhörner, oder die Masse der grauen Hinterhörner ist mit *o, o, o, o,* bezeichnet, gewöhnlich auch unter dem Namen der substantia spongiosa bekannt. Bei F, F' F' F^* sieht man die substantia gelatinosa, in Form einer schlangenartig gewundenen hellen Masse, welche das graue Hinterhorn umsäumt oder umfasst, oder, an dessen hinterer und theilweise äusserer Gränze, seine Abscheidung von den weissen Hintersträngen bedingt. Die hinteren Nervenwurzeln sieht man bei G, G' G'' theilweise in kurzen Fragmenten am Querschnitt des Rückenmarks anhängend. Die vorderen Nervenwurzeln sind bei H, H', H'', gleichfalls in kurzen Fragmenten an Rückenmarksabschnitt anhängend. Wenn wir, nach dieser Bezeichnung der am meisten auffallenden gröberen Theile dieses Rückenmarkstheils, zu den Einzelnheiten, welche darin erkennbar sind, übergehen, so finden wir: In den weissen Vordersträngen und zwar in den zunächst der vorderen Fissur gelegenen Bündeln, also zur Seite von *a, b,* innerhalb der vorwiegend dunklen Masse (der Querdurchschnittsfläche der Längsfasern) erscheinen hellere Streifen, von der grauen Substanz in der Richtung von hinten nach vorn und innen gegen die fissura anterior in spitzen Winkeln schräg laufend, bei *q q q q q,* als Ausläufer der grauen Vorderhörner in die weissen Vorderstränge; diese Ausläufer sind dickere oder dünnere Bündel von querlaufenden Nervenprimitivfasern, welche aus den grauen Vorderhörnern in die weisen Vorderstränge einstrahlen, und in diesen, nach kürzerem oder längerem Verlaufe, in die longitudinale Richtung sich umbeugen, daher auf dem Querabschnitt scharf abgeschnitten anscheinend endigen, wie bei q^* q^*. — Diejenigen Ausläufer der grauen Vorderhörner, welche in der Nähe der commissura anterior in die weissen Vorderstränge eintreten, hängen mit den (austretenden) Fasern dieser Commissur zusammen, und sind gleichsam Verbindungsfasern zwischen grauem Vorderhorn und austretenden Fasern der vorderen Commissur, $q+$ $q+$. Die übrigen helleren Stellen, innerhalb der dunklen Querdurchschnittsfläche der weissen Vorderstränge, sind zum Theil Fragmente von Blutgefässen, *y, y,* oder Theile der Pia mater und ihrer Fortsätze, die in das Innere der Vorderstränge eindringen, *x x,* oder Schrägdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln der weissen Vorderstränge, *z z.* In dem weiter nach aussen gelegenen Theil der weissen Vorderstränge oder dem mittleren zwischen fissura anterior und Seitensträngen gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, in dessen vorderen Rand die vorderen Nervenwurzeln H H eintreten, sieht man grösstentheils die nämliche Beschaffenheit und die nämlichen Bestandtheile, wie in den eben beschriebenen mehr innersten Theile der genannten weissen Stränge. Jedoch zeichnet sich diese Abtheilung vor der erstbesprochenen dadurch aus, dass in ihr, in Form breiter heller Streifen oder Bahnen, Bündel von Primitivnervenfasern in fast gerader Linie vom vorderen Rande des Abschnitts (resp. der vorderen Fläche der weissen Vorderstränge) nach hinten verlaufen, und in die vordere Gränze des grauen Vorderhorns in ununterbrochener Continuität eintreten; es sind dieses die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln J, J, J, J, J, J, J, J, J, J, J, J innerhalb der der weissen Vorderstränge, welche sich als die unmittelbaren Fortsetzungen der vorderen Nervenwurzeln H, H, H documentiren. Diese centralen vorderen Nervenbahnen sind bald breiter, J' J', bald schmäler, $J+$ $J+$, behalten auch in einem Querabschnitt nicht an allen Stellen ihres Verlaufs eine gleiche Breite, weil ihre Primitivnervenfasern nicht an allen Stellen absolut parallel neben einander her laufen; vielmehr finden Kreuzungen der Primitivnervenfasern der centralen vorderen Nervenbahnen, bei J'' z. B., Statt, und Abweichungen aus einer Horizontalebene in eine andere. An der Stelle, wo diese centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln in das graue Vorderhorn eintreten, sieht man ein Auseinanderstrahlen

ihrer Primitivfasern in den verschiedensten und entgegengesetzten Richtungen und eine Durchkreuzung derselben in den verschiedensten Winkeln, bei *J** *J**.

In dem noch weiter nach aussen gelegenen Theil der weissen Vorderstränge, welcher an die Seitenstränge gränzt, sehen wir, mit Ausnahme der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, die nämlichen Theile, wie in den bereits beschriebenen Theilen der genannten Stränge; nämlich helle Streifen, die mehr oder weniger den centralen vorderen Nervenbahnen parallel, oder in ähnlicher Richtung wie diese verlaufen, jedoch nicht bis zum vorderen Rande oder bis zur vorderen Gränze des Abschnitts sich erstrecken. Es sind dieses die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die seitlichen Theile der weissen Vorderstränge, *K*, *K*, bestehend aus Bündeln von querlaufenden Nervenprimitivfasern, welche sich innerhalb der weissen Vorderstränge aus der horizontalen Richtung in die longitudinale umbeugen, und deshalb auf Querabschnitten, an den Umbeugungsstellen, abgeschnitten zu endigen scheinen. Ausserdem sieht man bogen- oder gürtel- oder halbkreisförmige helle Streifen, welche die eben bezeichneten Ausläufer (*K K*) in fast rechten Winkeln kreuzen; es sind dieses halbcirkelförmig verlaufende Querfasern der weissen Vorderstränge, *L*, *L*, *L*, *L*, die nur in diesem Gebiete des Rückenmarks in der bezeichneten Form vorkommen, und welche gleichfalls als Ausstrahlungen der grauen Vorderstränge anzusehen sind, die jedoch zuerst in die Seitenstränge eintreten, und von da aus, nach vorn und innen umbeugend, sich in die weissen Vorderstränge begeben. Alle diese halbcirkelförmigen Fasern, deren einzelne Bündel selbst die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln kreuzen, *L**, enden anscheinend scharf abgeschnitten, weil sie, aus der horizontalen Richtung in die longitudinale umbiegend, nach kürzerem oder längerem Verlauf in genannter Richtung, als Längsfasern der weissen Vorder- oder Seitenstränge verlaufen, oder in höhere oder tiefere Ebenen des Rückenmarks übergehen. Auch sieht man vereinzelte grosse Nervenzellen innerhalb der weissen Vorderstränge, bei *M M*, in ziemlicher Entfernung von der grauen Substanz.

In den weissen Seitensträngen, *p p p*, zwischen *C* und *B'*, bemerken wir im Ganzen die nämlichen Theile, welche in der letztgenannten (äusseren) Abtheilung der weissen Vorderstränge bezeichnet worden sind; der grösste Theil zeigt sich als dunkle Masse, d. h. aus den Querdurchschnittsflächen von Längsfasern zusammengesetzt. Zwischen diesen fallen aber auf den ersten Blick eine grosse Anzahl heller Streifen auf, welche strahlenförmig aus der seitlichen oder äusseren Gränze der grauen Substanz, resp. des grauen Vorderhorns, in fast horizontaler mehr oder weniger paralleler Richtung, jedoch im Ganzen in einer keineswegs ganz regelmässigen Form, von innen nach aussen verlaufen. Es sind dieses die Ausstrahlungen der Faserbündel der grauen Vorderhörner in die Seitenstränge, *N*, *N*, *N*, *N*, *N*, *N*, *N*, *N*. Diese Strahlenbündel von Nervenprimitivfasern sind von verschiedener Dicke; manche bestehen nur aus vereinzelten oder ganz wenigen Primitivnervenfasern, andere bilden ganz dicke Bündel, welche in Bezug auf ihren Durchmesser demjenigen der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln kaum nachstehen, an der Stelle, wo sie aus der grauen Substanz austreten, z. B. *N'* N''. Alle diese horizontal laufenden Bündel erstrecken sich gegen die äussere Oberfläche der Seitenstränge hin, jedoch ohne dieselbe unmittelbar zu erreichen; vielmehr erscheinen alle, in grösserer oder geringerer Entfernung von der genannten Oberfläche, allmählig sich verschmälernd, endlich zugespitzt mehr oder weniger, und dann anscheinend frei endend, in der That aber nur abgeschnitten, weil sie an den scheinbaren Endpunkten in andere Ebenen umbeugen, und in der Regel die longitudinale Richtung annehmen. Diese Ausläufer der grauen Substanz erscheinen, in den weissen Seitensträngen selbst, Plexus-ähnlich zusammenzuhängen, bei *N+* *N+*, und schliessen auf solche Weise dünnere oder dickere Bündel der Seitenstränge ringsum ein, schnüren solche gleichsam von der übrigen Masse der Seitenstränge ab, und erzeugen gewissermaassen ein Maschen-Netz von Querfaserbündeln (zwischen *N+* *N+*) zunächst dem äusseren Seitenrande des grauen Vorderhorns, welches isolirte Längsfaserbündel der Seitenstränge (bei *N+* *N+* und andern Stellen) in Form runder, ovaler oder unregelmässiger dunkler Massen in sich einschliesst. Ausserdem sieht man Theilungen dieser Querfaserbündel in kleinere Fascikel, bei *N**, und an vielen andern Stellen, bifucatorisch oder in mehrfacher unregelmässiger Weise, indem die einzelnen Bündelchen und Fasern eines dickeren Ausläufers an verschiedenen Punkten der Seitenstränge aus einer Ebene und Richtung in eine andere umbiegen, nicht alle an einem und demselben Punkte. — Ausser den eben bezeichneten Querfasern, die in mehr gerader Richtung von innen nach aussen laufen, sieht man auch halbcirkelförmig verlaufende Querfasern, *L+*, welche die unmittelbaren Fortsetzungen der bei den weissen Vordersträngen

beschriebenen und mit *L L L L** bezeichneten Faserzüge sind. — Auch gewahrt man vereinzelte grosse Nervenzellen, *O*, *O*, *O*, innerhalb der Seitenstränge, entfernt von der grauen Substanz, oft in sehr bedeutender Entfernung und der seitlichen Oberfläche der Seitenstränge ziemlich nahe, zwischen die weissen Längsfaserbündel eingelagert. Besonders auffallend und zahlreich finden sich dieselben häufig in dem hintersten und innersten Theil der Seitenstränge, welcher an die seitliche Gränze des grauen Hinterhorns, resp. die gelatinöse Substanz stösst, z. B. bei *O*+. Die Fortsätze der Pia mater, *P*, *P*, *P*, *P*, in querer Richtung von aussen nach innen strahlend, oft die Ausläufer der grauen Substanz *N*, *N*, begleitend, sind an zahlreichen Stellen zu sehen; nicht minder sieht man zahlreiche Fragmente von Blutgefässen, bei *Q*, *Q* und an anderen Stellen.

In den weissen Hintersträngen, *m*, *m*, *m*, finden wir zwar wesentlich nie nämliche Beschaffenheit, wie in den beschriebenen Vorder- und Seitensträngen, jedoch auch wieder manche Verschiedenheit von jenen. Die grössere Masse derselben erscheint dunkel, d. h. als Querdurchschnittsfläche von Längsfasern, *m*, *m*, *m*. Diese aber werden durchsetzt von einer auffallend grossen Zahl von Querfasern, *R*, *R*, *R*, *R*, *R*, *R*, *R*, *R*, *R*, welche an den verschiedensten Punkten der Querdurchschnittsfläche der weissen Hinterstränge, am meisten in den der hinteren und äusseren Oberfläche des Rückenmarks näheren Theilen derselben, erkennbar sind. Diese Querfasern liegen in dickeren oder in dünneren Bündeln zusammen, laufen in den allerverschiedensten Richtungen, und bilden ein sehr verworrenes Netzwerk von sich kreuzenden, oder einem Filzgewebe ähnlich unter einander vermischten Fasern. Die dickeren Bündel dieser Querfasern, *R*, *R'*, *R''*, *R'''*, erscheinen als die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, *G*, *G'*, *G''*, oder als die dicken Fascikel der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln; die Continuität beider ist eine so aufallende, dass kein Zweifel deshalb aufkommen kann. Die dünneren Bündel, R^1, R^2, R^3, stehen zwar nicht in so auffallender unmittelbarer Continuität mit den hinteren Spinalnervenwurzeln *G*, *G*, *G*; indessen sieht man doch häufig genug Verbindungsbündel zwischen den dickeren und dünneren Querfaserfascikeln der weissen Hinterstränge, z. B. bei *R**, durch welche auch die dünneren Bündel sich genügend als unmittelbare Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln oder als die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln dokumentiren. Ausser den bezeichneten dickeren und dünneren Bündeln von Querfasern sieht man in den weissen Hintersträngen, zwischen jenen in den verschiedensten Richtungen verlaufend, kürzere oder längere Fragmente von schräg durschnittenen Fasern und Faserbündeln, bei *S*, *S*, und an vielen andern Stellen, welche sich in der Abbildung (wie an einem Abschnitte) durch ihre weniger dunkle, mehr graue Farbe, und durch ein rauhes, streifiges, weniger körniges Ansehen auszeichnen. Auch in den weissen Hintersträngen findet man häufig genug vereinzelte grosse Nervenzellen, *T*, in grösserer oder geringerer Entfernung von der grauen Substanz; oft scheinen die Ausläufer der Nervenzellen als Querfasern mit anderen weiter zu verlaufen; ferner sieht man Fortsätze der Pia mater, bei *U*, *U*, und anderen Stellen; auch Fragmente von Blutgefässen, wie in den übrigen bezeichneten weissen Strängen.

In den am meisten nach innen und vorn gelegenen Theilen der weissen Hinterstränge, also in den Theilen derselben, welche zwischen der vorderen Hälfte der fissura posterior, der inneren Gränze des grauen Hinterhorns und hinter der commissura posterior liegen, findet man eine grössere oder geringere Zahl von Querfasern, welche aus der Basis des grauen Hinterhorns, oder aus den verschiedensten Punkten der inneren Gränze des grauen Hinterhorns, ausstrahlen und in die Hinterstränge eintreten, also Ausstrahlungen von Querfasern aus dem grauen Hinterhorn in die weissen Hinterstränge, *V*, *V'*, *V''*; diese Bündel sind meistens nur schmal, verlaufen bald quer, direct gegen die fissura posterior hin, *V*, bald mehr nach hinten gegen die hintere Oberfläche des Rückenmarks hin, *V'*, *V''*, ohne jedoch eine oder die andere zu erreichen, und verschwinden in kürzerer oder längerer Entfernung von der grauen Substanz, in den weissen Hintersträngen anscheinend endend; dieselben treten aber an diesen scheinbaren Enden nur in andere Ebenen und verlaufen in anderen Richtungen, als Längsfasern u. s. w., können also begreiflicher Weise in dem Querabschnitt nur an den Umbeugungswinkeln ihre durchschnittenen Enden zeigen.

Betrachten wir noch specieller die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, so erscheinen Kreuzungen der Primitivfasern innerhalb der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln selbst, z. B. in R^1 *R*, indem ein Theil der Fasern die Richtung von hinten nach vorn, ein anderer Theil die Richtung von vorn nach hinten nimmt. Ausser diesen beiden Richtungen in einer und derselben Horizontalebene finden aber auch Verschiedenheiten des Faserlaufs in einer und derselben Ver-

ticalebene Statt, die zwar auf dieser Tafel nicht anschaulich genug gemacht werden konnten, die aber daraus erhellen, dass die breiten centralen Nervenbahnen nach kürzerem oder längerem Verlaufe plötzlich abgeschnitten enden, z. B. bei *R'''*; es sind dieses die Stellen, wo die centralen Nervenbahnen in andere Ebenen übertreten, also die Ebene, in welche der Querabschnitt fiel, verlassen. — Eben so wie die einzelnen Primitivfasern in einer und derselben centralen Nervenbahn eine verschiedene Richtung zeigen, so haben auch die dicken und dünnen Fascikel der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln eine verschiedene Richtung. Die Richtung der centralen hinteren Nervenbahnen quer von aussen nach innen und nur wenig schräg nach vorn, sieht man an den Bündeln *R*, *R'*, *R''*, *R'''*; die Richtung gerade von hinten nach vorn, an den Fascikeln R^1, R^2, R^3, mehr oder weniger gebogen oder geschlängelt. Die Uebergänge aber aus einer dieser Richtungen in die andere findet man an den beiden genannten Faserbündeln an vielen Punkten.

Wenden wir uns zur genaueren Betrachtung der grauen Substanz, und zwar zuerst zu derjenigen der grauen Vorderhörner, *n, n, n, n*, so finden wir in denselben vor Allen auffallend eine bedeutende Menge von grossen Nervenzellen, in verschiedenen Haufen oder Gruppen, *W*, W^1, W^2, W^3, W^4. Man kann mehrere solcher Gruppen unterscheiden. Die vordere Gruppe, *W*, liegt an der am meisten nach vorn und aussen vorspringenden Masse oder am meisten in die weissen Vorderstränge hineinragenden Winkel des grauen Vorderhorns. Die hintere Gruppe oder hintere äussere Gruppe, *W'*, liegt an dem hinteren Theil der seitlichen Gränze des grauen Vorderhorns; die innere oder mittlere Gruppe, W^2, W^2, liegt im Centrum des grauen Vorderhorns. Auch sieht man am hinteren Theil der inneren Gränze des grauen Vorderhorns, unfern der commissura anterior, eine andere Gruppe grosser Nervenzellen, die man als hintere innere Gruppe, W^3, bezeichnen könnte. Alle diese Gruppen sind auf das Mannichfaltigste von durchsetzenden Fasern durchzogen und mit einander verbunden. Ausser den bezeichneten Gruppen von Nervenkörpern sieht man eine grosse Zahl von mehr vereinzelten grossen Nervenzellen, bei *X*, und an vielen andern Stellen.

Nach den grossen Nervenzellen am meisten auffallend sind die Querfasern des grauen Vorderhorns, *Y, Y, Y, Y, Y, Y*. Dieselben laufen kürzere oder längere Strecken in Continuität sichtbar, und hören dann abgeschnitten auf, weil sie in andere Ebenen, als in der, worin sie der Schnitt traf, übergehen. Man kann verschiedene Richtungen unterscheiden, in welchen diese Fasern verlaufen. Manche Bündel verlaufen in querer Richtung, Y^1, Y^2, gerade von aussen nach innnen, oder umgekehrt; andere verlaufen in etwas schräger Richtung von aussen nach innen, Y^3, Y^4; andere verlaufen in mehr gerader Richtung von hinten nach vorn, Y^5, Y^6, und diese letzteren erscheinen häufig genug als die unmittelbaren Fortsetzungen der centralen vorderen Nervenbahnen; andere verlaufen in schräger Richtung von hinten nach vorn, Y^7, Y^8, oder in halbcirkelförmiger Richtung, Y^9, längs dem Vorderrande des grauen Vorderhorns, und erscheinen ebenfalls als die unmittelbaren Fortsetzungen von Fasern aus den centralen Bahnen der vorderen Spinalnervenwurzeln. Von vielen anderen Querfasern sieht man nur kürzere Fragmente in den allerverschiedensten Richtungen an einer jeden Stelle des grauen Vorderhorns, daher ich für diese keine specielle Bezeichnung angebe. Von allen diesen Fasern, deren Continuität in der grauen Substanz des Vorderhorns sichtbar ist, sieht man sehr viele, an den verschiedenen Gränzpunkten der weissen Vorder- und Seitenstränge, als Ausstrahlungen der Fasern grauer Substanz zur Bildung von Querfaserbündeln der weissen Substanz auftretend, welche im Vorausgehenden beschrieben worden sind.

Ausser den Fasern in Continuität erscheinen in den grauen Vorderhörnern zahllose Querdurchschnittsflächen von Längsfasern der grauen Substanz, z. B. bei *Z*, als mehr oder weniger gehäufte dunkle Punkte, oder rundliche, eckige dunkle Massen von unregelmässiger Form meist, selten von grösserem Durchmesser. Auch viele solcher Punkte, welche etwas weniger dunkel sind, zeigen sich an zahllosen Stellen als Schrägdurchschnittsflächen von Fasern, die weder als reine Längs-, noch als reine Querfasern zu betrachten sind, die vielmehr vom Schnitt in den verschiedensten Winkeln getroffen werden, in dem Abschnitt also nur ihre Schrägdurchschnittsflächen darbieten. Zwischen den genannten Theilen sieht man häufig Fragmente von Blutgefässen, bei *, und an andern Stellen.

Fasern, welche aus dem grauen Vorderhorn in Continuität in die commissura anterior eintreten, sieht man häufig, z. B. bei *10;* Fasern, die aus den grauen Vorderhörnern in Con-

tinuität gegen die commissura posterior hin strahlen, sieht man bei *11;* ich habe diese Fasern als die aus der commissura posterior austretenden Fasern bezeichnet. Die andern in Continuität aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge (bei *q, q*), in die weissen Seitenstränge (bei *N, N*) und in die centralen Bahnen der vorderen Spinalnervenwurzeln (bei *J* J**) einstrahlenden Fasern sind bereits oben angegeben worden.

In den grauen Hinterhörnern, *o, o, o, o,* finden wir dieselben Bestandtheile, wie in den grauen Vorderhörern, jedoch zum Theil in anderer Weise angeordnet. Die grossen Nervenzellen finden wir auch hier bald mehr in Haufen zusammenliegend, bald mehr nur vereinzelt. So zeigt sich eine Andeutung oder Spur einer Gruppe grosser Nervenzellen an der Basis der grauen Hinterhörner, bei *12*, *12*; in anderen Schichten des Rückenmarks ist an dieser Stelle eine in hohem Grade auffallende Gruppe grosser Nervenzellen, welche ich als die Dorsalkerne bezeichnet habe, die aber gerade in der hier abgebildeten Schicht des Rückenmarks fehlt, oder nie so auffallend wie im Dorsaltheile vorhanden ist. — Vereinzelte grosse Nervenzellen der grauen Hinterhörner erscheinen bei *13, 13.* Manche dieser Zellen sieht man unmittelbar an der Gränze der grauen und weissen Substanz, und Fortsätze dieser Zellen in die weisse Substanz eintretend, z. B. bei *14.* Ausser den grossen Nervenzellen am meisten auffallend sind die in Continuität verlaufenden Primitivnervenfasern der grauen Hinterhörner. Und zwar erscheinen die in Continuität auftretenden Querfasern in den verschiedensten Richtungen; zuerst sieht man die Querfasern des grauen Hinterhorns, welche in fast gerader Richtung von innen nach aussen verlaufen, bei *15*, *15*; viele dieser Fasern verfolgt man in ununterbrochener Continuität bis in die hintere Commissur. Zweitens sieht man dickere oder dünnere Bündel oder Querfaserzüge, welche von der hinteren Commissur schräg nach aussen und hinten verlaufen, *16, 16*, welche man nicht selten bis zum hinteren Rande des grauen Hinterhorns in Continuität verfolgen kann. Es sind diese als die eintretenden Fasern der hinteren Commissur von mir bezeichnet worden. Drittens sieht man sehr auffallend dicke Bündel von Querfasern, die von hinten nach vorn verlaufen, bei *17, 17, 17, 17,* in mehr oder weniger geraden oder gebogenen Linien, die zwar durch die gelatinöse Substanz in die weissen Hinterstränge hinein in Continuität verfolgt werden können, die aber in dem hinteren Theile der grauen Hinterhörner ihre abgeschnittenen Enden zeigen und sich nicht weit gegen die Vorderhörner hin in Continuität verfolgen lassen, weil sie in diesen Schichten des Rückenmarks in andere Ebenen umbiegen, also auf einem Querabschnitte nothwendig in ihrer Continuität getrennt werden müssen. In vielen andern Schichten des Rückenmarks aber lassen sich allerdings diese Faserbündel oft sehr weit nach vorn in ununterbrochener Continuität hin verfolgen, bis in das graue Vorderhorn hinein, wie das in den später zu erläuternden Abbildungen zum Theil dargestellt worden ist.

Ausser den in Continuität sichtlichen Querfasern erscheinen in den grauen Hinterhörnern Querdurchschnittsflächen von Längsfasern, mehr oder weniger mit Schrägdurchschnittsflächen von Längsfasern vermischt, in zwei Formen; man sieht nämlich sehr auffallend eine grose Masse von Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in dicht bei einander gelagerten Gruppen, bei *18, 18, 18, 18, 18,* welche bald dicker, bald dünner an Durchmesser, bald rundlich oder unregelmässig geformt, bald dichter, bald weniger dicht gelagert sind, und zwischen denen einzelne Bündel (dickere oder dünnere) von den oben mit *17* bezeichneten Querfasern, die von hinten nach vorn laufen, in Continuität hindurchstrahlen. Diese Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln bilden gewissermaassen die hintere Gränze und auch den hinteren Theil der seitlichen (äusseren) Gränze des grauen Hinterhorns, zwischen letzterem und der gelatinösen Substanz. Man trifft diese Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in jedem Querabschnitt aus dem Rückenmark, jedoch an verschiedenen Localitäten des Rückenmarks in verschiedener Anzahl und verschiedener Anordnung. Die zweite Form, in welcher die Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in den grauen Hinterhörnern auf Querabschnitten erscheinen, ist die Form von Querdurchschnittsflächen isolirter Bündel von Längsfasern, bei *19, 19.* Auch diese sind von verschiedenem Durchmesser, oft zahlreich, oft gering an Zahl, jedoch ebenfalls fast in jedem Querabschnitte des Rückenmarks mehr oder weniger deutlich. Ausser diesen Theilen sieht man eine zahllose Menge von Fragmenten vereinzelter Fasern in den verschiedensten Richtungen, die ein unentwirrbares verfilztes Gewebe bilden, und die ich hier nicht einzeln bezeichnen zu müssen geglaubt habe; auch sieht man an den meisten Stellen feine dunkle Punkte in grosser Zahl, jedoch mehr gleichmässig zerstreut, nicht besondere Gruppen bildend; es sind dieses die Querdurchschschnittsflächen von

Längsfasern, die in sehr dünnen Bündeln oder vereinzelt, an ihren Umbeugungsstellen aus der vom Schnitt getroffenen Ebene in eine andere, hier ihre abgeschnittenen Enden zeigen, und welche den meisten Stellen des grauen Hinterhorns auf dieser Querdurchschnittsfläche ein getüpfeltes oder dunkel punktirtes Ansehen geben, gleich demjenigen, welches bereits bei Bezeichnung der grauen Vorderhörner erwähnt wurde. Dass übrigens auch in dem grauen Hinterhorn häufig genug Fragmente von Blutgefässen, wie bei *20, 20*, und Theile der Pia-mater-Fortsätze erscheinen, bedarf kaum der Erwähnung.

Bei genauerer Betrachtung der substantia gelatinosa, *F, F, F*, welche wir als den hintersten Theil der grauen Substanz, jedoch als ein von der übrigen grauen Substanz verschiedenes eigenthümliches Gewebe ansehen müssen, ist vorerst die bedeutende Durchsichtigkeit dieser Masse auffallend, welche bereits im Texte genügend erörtert ist. Da die der gelatinösen Substanz eigenthümlichen Elemente bei einer verhältnissmässig so schwachen Vergrösserung, unter welcher voliegende Tafel gezeichnet worden ist, nicht erkenntlich sind, so bleiben mir hier nur noch die anderweiten Bestandtheile dieser gelatinösen Substanz, welche aber nur mehr als von aussen herkommende und durch sie zu anderen Gegenden des Rückenmarks hindurchtretende Theile anzusehen sind, zu bezeichnen übrig. Es sind dieses zuerst die Querfaserbündel, welche von hinten nach vorn verlaufen, *21, 21, 21, 21*. Es sind dieses die unmittelbaren Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln, oder derjenige Theil der centralen Bahn der hinteren Spinalnervenwurzeln, welche in dicken Bündeln die gelatinöse Substanz durchsetzen, um in die weiter nach vorn gelegenenen Theile der grauen Hinterhörner zu gelangen. Sehr viele dieser Fasern erscheinen auch als Querfasern in dünneren Bündeln, *22, 22, 22, 22;* alle diese Bündel, dickere und dünnere, laufen mehr oder weniger parallel, und geben der gelatinösen Substanz auf Querabschnitten, wenn mit blossem Auge oder unter schwachen Vergrösserungen betrachtet, das streifige Ansehen. Diese Querfaserbündel haben in vorliegender Abbildung eine auffallend dunkle Farbe, dunkler als die Farbe der centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge. Dieses ist die Folge der etwas bedeutenderen Dicke des Querabschnitts an jener Stelle, durch welche auch die in Continuität befindlichen Nervenbahnen etwas dunkler erscheinen. Eine andere Gattung von Querfasern zeigt sich unmittelbar an dem hinteren Rande oder an der hinteren Gränze der gelatinösen Substanz; es sind dieses die halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *23, 23, 23, 23, 23, 23, 23;* man verfolgt dieselben häufig in langen Strecken in Continuität, und findet bei genauerer Untersuchung, dass sie aus Fasern der centralen Bahn der hinterern Spinalnervenwurzeln gebildet werden. Jene Fasern biegen nach kürzerem oder längerem Verlaufe in der genannten halbcirkel- oder bogenförmigen Richtung in andere Richtungen um, kreuzen sich vielfach unter einander und mit den in mehr gerader Richtung von hinten nach vorn laufenden Querfasern, und gehen endlich, an letztere sich anlegend, mit diesen in die weiter nach vorn gelegene Substanz des grauen Hinterhorns über. Ausser den Fasern in Continuität sieht man innerhalb der gelatinösen Substanz zahlreiche Querdurchschnittsflächen von dünnen Längsfaserbündeln, bei *24, 24, 24, 24*, oft reihenweise in der Richtung von hinten nach vorn stehend, oft in mehr unregelmässiger Weise neben einander. Auch Querdurchschnittsflächen von isolirten auffallend dicken Längsfaserbündeln, bei *25, 25*, kommen in fast jedem Querabschnitte des Rückenmarks vor. Ausser den Fasern erscheinen in der gelatinösen Substanz an den verschiedensten Stellen grosse vereinzelte Nervenzellen, bei *26, 26, 26;* oft liegen diese sehr auffallend zwischen den halbkreisförmig verlaufenden Fasern der gelatinösen Substanz, oft weiter nach vorn, oft ganz an der hinteren Gränze unmittelbar die weisse Substanz berührend.

Schliesslich bemerke ich noch zur Erklärung dieser Abbildung, dass eine scharfe Sonderung der weissen und grauen Substanz zwar an den meisten Punkten in die Augen springt, dass die weissen Vorder- und Hinterstränge von einander scharf gesondert erscheinen, dass auch die weissen Hinterstränge an sich überall scharfe Gränzen darbieten und namentlich von dem hintersten Theil der Seitenstränge, ausser der Eintrittstelle der hinteren Nervenwurzeln, auch noch durch einen oft sehr dicken Fortsatz der Pia mater (hier von B^1, *P, m, O, 23* sich erstreckend) getrennt werden; dass aber die weissen Vorderstränge von den Seitensträngen nur selten scharf geschieden erscheinen, ihre Gränze nur imaginär ist, eben so wie die Abgränzung der grauen Vorderhörner von den grauen Hinterhörnern nur eine willkürliche, ohngefähre, imaginäre, in der Natur nicht bestehende ist.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der zweiten bis zehnten Tafel.

Die sämmtlichen Figuren dieser Tafeln stellen Querabschnitte des in Chromsäure gehärteten und nachher in Weingeist aufbewahrten Rückenmarks, in seinen verschiedenen Höhen, 15-fach linearisch vergrössert dar. Die Zeichnungen dieser Abschnitte wurden unter dem grossen Schiek'schen Mikroskope bei Ocular O und Objectivlinse Nr. 1 in übrigens gleicher Weise angefertigt, wie die Zeichnung zur ersten Tafel, mit dem Unterschiede, dass das, auf dem zur Aufnahme der Zeichnung dienenden Papier vorher aufgetragene, Netz von Quadrat-Linien nur Quadrate enthielt, deren jede Seite blos 15-fach grösser war, als die Seite jedes derjenigen Quadratnetze, die auf der Glastafel befindlich waren, welche unter dem Mikroskop über das Präparat hergelegt, und auf diesem (resp. auf dessen Deckplättchen) mit Gummi oder Siegellack befestigt worden war, wie bei der Erklärung der ersten Tafel angegeben worden ist. Die sämmtlichen Figuren dieser Tafeln sind daher durchaus nicht als Skizzen oder als schematische Zeichnungen zu betrachten, sondern sie sind photographisch genauen Darstellungen der natürlichen Querabschnitte in 15-facher Vergrösserung gleich zu achten. Nicht ein Punkt, nicht ein Strich, wurde angegeben, der nicht in den betreffenden Präparaten enthalten war, und wenn Viele glauben, dass die hier abgebildeten Querabschnitte nicht so scharf und deutlich unter dem Mikroskope erschienen, als auf den Abbildungen, so muss ich auch hier zu wiederholten Malen bemerken, dass die von mir gefertigten Querabschnitte unter dem Mikroskope weit schärfer, klarer und schöner erscheinen, als dieses in den Abbildungen der Fall ist, und dass die Abbildungen nur einen schwachen Ausdruck dessen geben, was das mikroskopische Bild darbietet. Die fünfzehnfache Linearvergrösserung für die Zeichnungen dieser Tafeln ist zwar eine unverhältnissmässig geringe im Vergleich zu der 50-fachen der ersten Tafel; es wurde aber diese geringe Vergrösserung für diese Abbildungen aus dem Grunde gewählt, weil eine Anfertigung aller Figuren in 50-facher Linearvergrösserung ein so kostspieliges Unternehmen gewesen wäre, dass eine Publication meiner Schrift dadurch zur Unmöglichkeit hätte werden müssen. Ausserdem aber genügen auch die 15-fach vergrösserten Abbildungen vollkommen den verschiedenen Zwecken der Wissenschaft, insbesondere da die ausgeführten Einzelnheiten der ersten Tafel immer als Vergleich für die weniger auffallenden und, der Natur der Sache nach, weniger ausgeführten und weniger klar hervortretenden Einzelnheiten der in kleinerem Maassstabe vergrösserten Figuren benutzt werden, die Mängel der kleinen Abbildungen also durch die Vollkommenheiten der grossen Tafel ergänzt werden können. Für denjenigen Forscher, welcher also nicht selbst die Untersuchungen des Rückenmarks unternimmt, und der nur eine mehr oder weniger genaue Kenntniss der von mir beschriebenen Thatsachen zu erlangen sucht, werden die Abbildungen im verkleinerten Maassstab den beabsichtigten Nutzen vollkommen gewähren. Diejenigen Forscher dagegen, welche mit Messer und Mikroskop, die betreffenden Gebilde selbst durchforschend und meine Angaben prüfend, eine möglichst genaue Kenntniss der Organisation jener Gebilde erstreben, diese Forscher werden immerhin einen treuen Anhaltspunkt in jedem Bilde finden, und einen Leiter, welcher sie auf den ersten Schritten dieser schwierigen und dunklen Bahn mit aller Sicherheit vorwärts zu führen im Stande ist.

Ich habe in den folgenden Tafeln gewissermaassen den Bauplan des Rückenmarks in den Querdurchschnitts-Ansichten seiner verschiedenen Höhen, Provinzen oder Etagen gegeben, wie sich solcher am Rückenmark des Menschen und des Kalbes (Ochsen) beobachten lässt. Die Rückenmarke noch mehrerer Säugethiere hier bildlich in dieser Weise darzustellen, habe ich aus dem Grunde unterlassen, weil dadurch ebenfalls eine grosse und dabei wenig nützliche Vertheuerung meiner Schrift, und ein Hinderniss ihrer Veröffentlichung entstanden wäre; um so mehr, als im Wesentlichen der Bau des Rückenmarks bei den verschiedenen von mir untersuchten Säugethier-Species ein gleicher ist. Ich habe aber das Rückenmark des Menschen und des Kalbes aus dem Grunde vor allen anderen ausgewählt, weil die genaue Kenntniss des Baues des menschlichen Rückenmarks für den Arzt wie für den Naturforscher die bei weitem grösste Wichtigkeit besitzt; das Rückenmark des Kalbes (des Ochsen, der Kuh) habe ich aber aus dem Grunde zum Vergleich mit dem menschlichen Rückenmarke genommen, weil eben das Kalbsrückenmark sich zur feineren anatomischen Untersuchung, meinen Erfahrungen zufolge, weit besser eignet, als das Rückenmark irgend eines anderen Säugethiers, und zwar seiner vorzüglichen Derbheit und natürlichen Härte wegen, neben einem verhältnissmässig sehr grossen Volumen desselben. Ich habe bei keinem anderen Säugethier ein Rückenmark gefunden, das sich so gut zur Untersuchung im frischen Zustande, ohne alle künstliche Härtung, eignete, als das Kalbs-Rückenmark. Man braucht nur ein

Schaafs- oder Schweins-Rückenmark mit dem eines Kalbes zu vergleichen, und man wird die auffallende Verschiedenheit in der Derbheit und Härte des Kalbs-Rückenmarks im Vergleich zu der Weichheit und fast Zerfliessbarkeit des Schweins- und Hammels-Rückenmarks in den meisten Fällen erkennen. Ein anderer Grund bestimmte überdies meine Wahl des Kalbs-Rückenmarks: dies ist die täglich fast in jeder Stadt dem Arzte gebotene Gelegenheit sich das Rückenmark dieses Thieres zu verschaffen, dessen Entfernung aus dem Wirbelcanal, ohne alle Verletzung des Markes selbst, leichter als bei irgend einem anderen Thiere bewerkstelligt werken kann. Hiermit ist also einem Jeden, welcher meine Untersuchungen prüfen will, die Erlangung des Objects zur Prüfung ohne alle Schwierigkeiten möglich gemacht.

Die beiden Tafeln (zweite und dritte) stellen die Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks dar, die vierte bis zehnte Tafel stellen die Querdurchschnittsflächen des Kalbsrückenmarks dar. Ich habe bei der Auswahl der Querabschnitte dafür Sorge getragen, dass für jede auffallende Abweichung im Bau einer Provinz des Rückenmarks von der andern auch eine besondere bildliche Darstellung gegeben werde, dergestalt, dass man in den gegebenen Abbildungen alle, oder fast alle die verschiedenen Formen, welche bei der Untersuchung des Rückenmarks in seiner ganzen Länge auf Querabschnitten erscheinen, auf das Genaueste ausgedrückt findet.

In den sämmtlichen Figuren dieser neun Tafeln sieht man nur die rechte Seitenhälfte sorgfältig ausgeführt, die linke Seitenhälfte nur in Contouren gezeichnet, aus dem nämlichen Grunde, welcher bei Erklärung der ersten Tafel angegeben worden ist. Die Buchstaben in der linken Seitenhälfte bezeichnen daher zugleich die in der rechten Hälfte erscheinenden Theile.

Erklärung der zweiten Tafel.

Die auf dieser Tafel enthaltenen Abbildungen stellen die 15-fach linear vergrösserten Querabschnitte oder Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks von der Gegend des Ursprungs des dritten Halsnervenpaars an abwärts bis zu der Gegend des Ursprungs des eilften Dorsalnervenpaars dar. Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel, wie diejenigen der folgenden dritten Tafel, sind nach den Querabschnitten eines und desselben menschlichen Rückenmarkes angefertigt. Das letztere ward von einem an Bronchitis nach kurzer Krankheit gestorbenen 5 Jahre alten Kinde, sechs Stunden nach erfolgtem Tode, genommen, und es wurde gerade dieses Rückenmark zu den Abbildungen ausgewählt, weil es von zahlreichen menschlichen Rückenmarken, die zu meinen Untersuchungen benutzt wurden, bei weitem das vollkommenste war, in Bezug auf den Mangel jeder Veränderung durch Verwesung, jeder Verletzung bei seiner Entfernung aus der Wirbelsäule, sowie in Bezug auf seine vortrefflich gelungene Härtung in Chromsäure und nachher in Weingeist, und in Bezug auf die Trefflichkeit der daraus angefertigten Querabschnitte. Da in dem Rückenmarke eines mehrere Jahre alten Kindes die morphologischen Verhältnisse sich eben so wenig von denen in Rückenmarken Erwachsener zu beobachtenden wesentlich unterscheiden, wie die histologischen Verhältnisse des ersteren von denen des letzteren wesentlich abweichen, so kann man es nicht als einen Mangel betrachten, dass ich die Abbildungen nicht nach Querabschnitten aus dem Rückenmarke eines völlig ausgewachsenen Menschen gegeben habe. Wer übrigens hier dennoch einen Mangel erkennen wollte, der findet in den Abbildungen der 24. Tafel, welche die Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks verschiedener Höhen vom Erwachsenen (Mann, Frau) in natürlicher Grösse darstellen, einen völlig genügenden Ersatz. Die Abbildungen beginnen ausserdem in der Höhe des dritten Halsnervenpaars und nicht in der Höhe des ersten oder zweiten Halsnervenpaars aus dem Grunde, weil ich bereits in meiner Schrift über die Medulla oblongata (1843) Abbildungen von Querabschnitten des Rückenmarks und verlängerten Marks aus der Gegend des ersten und zweiten Halsnervenpaars gegeben habe; hauptsächlich aber aus dem andern folgenden Grunde, weil ich auf der 21. Tafel eine 26-fach linear vergrösserte Abbildung eines Querabschnitts des menschlichen Rückenmarks aus der Höhe des zweiten (resp. ersten) Halsnervenpaars mittheilen werde, durch welche also eine Abbildung in verkleinertem Maassstabe auf dieser Tafel ganz überflüssig erscheinen müsste.

Fig. 1. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher das dritte Halsnervenpaar entspringt. Man sieht die vordere Oberfläche oder den vorderen Rand des Querabschnitts, bei *AA'*, zugleich als die vordere Gränze der weissen Vorderstränge dieses Gebietes;

die hintere Oberfläche, oder die hintere Gränze der weissen Hinterstränge sieht man bei *B*, *B'*; die äussere Gränze der Seitenstränge, *C C'*, welche von den weissen Hintersträngen zwar ziemlich scharf durch die hinteren Nervenwurzeln, nicht aber eben so scharf von den weissen Vordersträngen getrennt sind. Die Fissura longitudinalis anterior erscheint bei *a b*. Ihre Ausmündung auf der vorderen Rückenmarksfläche, bei *a;* ihr blindes Ende oder der Grund des vorderen Längsspalts ist bei *b* sichtbar. Der Centralcanal des Rückenmarks erscheint, bei *c*, mit einem dunklen breiten Saum, von einer ganz feinen, kaum erkennbaren helleren concentrischen Linie, in Form eines Ovals, umgeben; es ist dieses das Flimmercylinderepithelium des Canalis centralis, das bei 15-facher Vergrösserung in dieser Form sichtbar wird. Die Fissura longitudinalis posterior erscheint bei *d e*. Ihre Ausmündung an der hinteren Oberfläche des Rückenmarks, bei *e;* der Grund der hinteren Längsspalte, bei *d*, dicht hinter der Commissura posterior. Die Substantia gelatinosa centralis, bei *f*, zunächst um den Centralcanal herum, ist nur in geringer Menge sichtbar, und zeigt zunächt dem Centralcanal einige dunkle Stellen, in welchen man bei Anwendung der höheren Vergrösserung nur sehr dicht gelagerte Elemente der Substantia gelatinosa centralis erkennt. Die Commissura anterior ist bei *g;* die austretenden Fasern derselben, bei *h*, sieht man hier vielfach quer zwischen den weissen Vordersträngen hindurch strahlen, und zum Theil zu dem grauen Vorderhorn verlaufen. Die durch die eintretenden Fasern der vorderen Commissur abgeschnürten hintersten Bündel der weissen Vorderstränge erscheinen bei *i;* die Commissura posterior ist bei *k;* man sieht darin nur ein oder zwei Fragmente von Querfaserbündeln. Die weissen Vorderstränge sind bei *l l l;* die weissen Seitenstränge bei *m m;* die weissen Hinterstränge, bei *n n;* die grauen Vorderhörner, bei *o*, *o'*, *o''*, *o'''*; die grauen Hinterhörner, bei *p p*. Die gelatinöse Substanz, bei *q q*. Die hinteren Spinalnervenwurzeln, bei *D*. Zufällig sieht man an diesem Abschnitt kein äusserlich anhängendes Bündel vorderer Spinalnervenwurzeln, weil letztere sehr viel dünner sind an dieser Stelle als die vorderen, und deshalb bei Anfertigung der Querabschnitte leicht abreissen. Die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die weissen Vorderstränge, oder Querfasern, die aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge laufen, sieht man an sämmtlichen Gränzen der Vorderhörner, bei *h*, *r r*, *s s;* die zur vorderen Commissur verlaufenden, oder umgekehrt, sind bereits oben, bei *h*, bezeichnet worden; die von hinten nach vorn, gegen den Vorderrand des Abschnitts, oder gegen die vordere Oberfläche des Rückenmarks, verlaufenden Ausläufer, *r r*, sind Theile der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge; häufig genug sieht man sie in unmittelbarer Continuität mit äusserlich anhängenden Fragmenten oder Bündeln vorderer Nervenwurzeln. Die andern Ausläufer der Vorderhörner, welche nicht in centrale Bahnen vorderer Nervenwurzeln übergehen, sondern mehr quer von innen nach aussen verlaufen, bei *s*, *s*, sind Querfasern, welche in die longitudinale Richtung umbeugen, innerhalb der weissen Vorderstränge. Die Ausstrahlungen von Querfasern der grauen Vorderhörner in die Seitenstränge, bei *t*, *t*, *t*, sind ebenfalls nur Faserbündel, die aus der queren Richtung in die Längsrichtung umbeugen, an den Stellen, wo sie in der Querdurchschnittsfläche der Seitenstränge zu endigen scheinen. Einzelne abgeschnürte Bündel weisser Längsfasern der Seitenstränge, *u*, *u*, sieht man hier durch die zwischen ihnen hindurchstrahlenden Querfaserbündel der grauen Substanz erzeugt, welche, wie ein helleres Maschennetz gleichsam, die (dunkeln) Querdurchschnittsflächen der Längsfaserbündel umfassen. Querfaserbündel als Ausläufer der grauen Hinterhörner in die weissen Seitenstränge sieht man bei *v*, *v;* sie verhalten sich so wie die vorher beschriebenen anderen queren Ausläufer der grauen Substanz in die weissen Seitenstränge. Die Querfasern der weissen Hinterstränge erscheinen in verschiedener Form. Am auffallendsten als ein dickes Bündel in der Richtung von hinten nach vorn und innen laufend, sieht man die centrale Bahn der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, bei *w*, *w'*; andere kürzere oder längere Fragmente von Querfasern der weissen Hinterstränge, bei *x*, *x*, sind ebenfalls Theile der centralen Bahn hinterer Nervenwurzeln, weiter nach vorn; andere Querfasern, die fast quer von dem grauen Hinterhorn gegen die hintere Längsspalte hin verlaufen, sind als Ausstrahlungen von Querfasern der grauen Hinterhörner in die weissen Hinterstränge, bei *y*, anzusehen, welche innerhalb der letzteren in die longitudinale Richtung übergehen. In den grauen Vorderhörnern sieht man zwei oder drei Gruppen grosser Nervenzellen, *1*, *2*, *3*, oder *O*, *O'*, *O''*; die vordere oder innere Gruppe bei *1;* die hintere oder äussere Gruppe bei *2;* vereinzelte grosse Nervenzellen an mehreren Stellen.

Ausserdem sieht man Faserbündel in den verschiedensten Richtungen verlaufend, deren specielle Bezeichnung wegen Kleinheit der Figur nicht thunlich ist. Jedoch stechen einzelne dunklere Faserbündel, die von hinten nach vorn verlaufen, *z, z*, hervor, welche als die deutlichen Uebergänge von Querfasern aus den grauen Hinterhörnern in die grauen Vorderhörner betrachtet werden müssen. Eine dichter verfilzte und daher auf dem Querabschnitt etwas dunkler erscheinende Masse von Fasern der verschiedensten Richtungen im hinteren Theile der grauen Vorderhörner sieht man bei *; eine auffallende Gruppe von Nervenzellen im hinteren Theile des grauen Vorderhorns oder an der Basis des grauen Hinterhorns, der von mir so genannte Cervical-Kern, erscheint bei *10.* Querfasern die aus dem grauen Vorderhorn zur vorderen Commissur verlaufen, sieht man bei *3*; Querfasern, die aus dem grauen Hinterhorn zur hinteren Commissur treten, bei *4.* Fragmente von Blutgefässen, bei *5.* In den grauen Hinterhörnern sieht man Querfasern, die von hinten nach vorn verlaufen, bei *6*, identisch mit den oben durch *z z* bezeichneten Fasern, resp. mit den unmittelbaren Fortsetzungen der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln. Die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln dicht vor der gelatinösen Substanz, in grosser Menge, bei *p'*, oder mehr isolirt und in etwas dickeren Bündeln, zwischen *p' p* und *6.* Querfaserbündel, welche von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten, bei *7*; halbcirkelförmige Fasern der gelatinösen Substanz, bei *8, 8.* Eine noch detaillirtere Bezeichnung einzelner Theile dieser und der folgenden Figuren scheint mir mehr zur Verwirrung als zur Erklärung zu führen. Die Hauptsache bleibt immer die Vergleichung dieser und aller folgenden kleinen Figuren, welche Querabschnitte des Rückenmarks darstellen, mit der grossen Tafel 1. Ich füge nur noch hinzu, dass in vielen der kleinen Figuren lange Risse oder Spalten, bei *9* in vorliegender Figur, in den weissen Hintersträngen und in den übrigen weissen oder grauen Theilen des Rückenmarks erscheinen. Diese Spalten sind gewöhnlich von einem dickeren Fortsatz der Pia mater, oder von einem Blutgefässe theilweise ausgefüllt, und die Verbreiterung des Spalts entsteht durch die Wirkung der Chromsäure und des Weingeistes, welche die organischen Theile mehr oder weniger condensiren, und daher Spalten zwischen ihnen vergrössern.

Fig. 2. Querabschnitt aus der Gegend des Ursprungs des vierten Halsnervenpaars, nahe unter dem Ursprung des dritten Halsnervenpaars. Bei dieser und allen folgenden Figuren dieser Tafel wie der Tafel 3—10, bezeichnen die nämlichen Buchstaben und Zahlen auch die nämlichen Theile, und zwar wie folgt:

A. A'. Vordere Gränze der weissen Vorderstränge.
B. B'. Hintere Gränze der weissen Hinterstränge.
C. C'. Seitliche oder äussere Gränze der weissen Seitenstränge.
D. Hintere Spinalnervenwurzeln.
E. Vordere Spinalnervenwurzeln.
a. Vorderes Ende oder Anfang der Fissura longitudinalis anterior.
b. Grund oder hinteres Ende der Fissura longitudinalis anterior.
c. Centralcanal des Rückenmarks.
d. Grund oder vorderes Ende der Fissura longitudinalis posterior.
e. Hinteres Ende oder Anfang der Fissura longitudinalis posterior.
f. Substantia gelatinosa centralis.
g. Commissura anterior.
h. Austretende Fasern der Commissura anterior.
i. Hinterste Bündel der weissen Vorderstränge zwischen den zu der Commissura anterior gehenden Fasern.
k. Commissura posterior.
l. l. Weisser Vorderstrang.
m. m. Weisser Seitenstrang.
n. n. Weisser Hinterstrang.
o. o. Graues Vorderhorn.
p. p. Graues Hinterhorn.

q. q. Substantia gelatinosa.

r. r. Centrale vordere Nervenbahnen im weissen Vorderstrang, oder Ausläufer von Querfasern aus dem grauen Vorderhorn in den vorderen Theil des weissen Vorderstrangs.

s. s. Ausläufer des grauen Vorderhorns (Querfasern) in den seitlichen Theil des weissen Vorderstrangs.

t. t. Ausläufer des grauen Vorderhorns (Querfasern) in die weissen Seitenstränge.

u. u. Isolirte Bündel der weissen Seitenstränge zwischen den Ausläufern des grauen Vorderhorns.

v. v. Ausläufer des grauen Hinterhorns (Querfasern) in die Seitenstränge.

w. w. Centrale hintere Nervenbahnen in dicken Bündeln innerhalb der weissen Hinterstränge.

x. x. Querfasern der weissen Hinterstränge, in kürzeren oder längeren Fragmenten, von hinten nach vorn laufend, Fortsetzungen der centralen Bahn der hinteren Nervenwurzeln.

y. Ausläufer des grauen Hinterhorns in die weissen Hinterstränge und Querfasern derselben bildend, die in mehr querer Richtung von innen nach aussen laufen.

z. z. Querfasern der grauen Substanz, die von hinten nach vorn, aus den Hinter- in die Vorderhörner laufen, Verbindungsfasern der genannten grauen Hörner.

* Verfilzte Fasermassen der grauen Vorderhörner in verschiedenen Richtungen und in dickeren Bündeln.

1. Vordere oder innere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns.

2. Hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns.

3. Querfasern aus dem grauen Vorderhorn in die vordere Commissur eintretend.

4. Querfasern aus dem grauen Hinterhorn in die hintere Commissur eintretend.

5. Blutgefässe der grauen Substanz.

6. Querfasern des grauen Hinterhorns, die von hinten in gerader Richtung nach vorn verlaufen.

7. Querfasern, welche von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten.

8. Halbcirkelförmig verlaufende Querfasern der gelatinösen Substanz.

9. Spalten oder Risse in der weissen oder grauen Substanz, welche Pia-mater-Fortsätze oder Blutgefässe enthalten.

10. Gruppe grosser Nervenzellen am inneren Theil der hinteren Gränze der grauen Vorderhörner, resp. an der Basis der grauen Hinterhörner, Cervicalkern, Dorsalkern, Sacralkern.

11. Querdurchschnittsflächen isolirter in Halbkreisform aneinandergereihter Längsfaserbündel innerhalb oder hinter der Commissura anterior, nahe vor dem Centralkanal.

NB. Auf der Tab. III. sind diese Bündel mit *i* bezeichnet.

12. Besondere Gruppe von (mittelgrossen) sehr durchsichtigen Nervenzellen, an dem hinteren Ende des Seitenrandes der grauen Vorderhörner.

13. Querfaserbündel der grauen Substanz, in der Richtung von einer Seite zur anderen oder von innen quer nach aussen laufend, an der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns.

14. Besondere Gruppe grosser Nervenzellen im hinteren Theile des grauen Vorderhorns im oberen Sacraltheile des Menschen-Rückenmarks vorkommend (Fig. 16, Menschenrückenmark; Fig. 20, der IX. Tafel, Kalbsrückenmark).

Ich habe in dieser Figur die Substantia gelatinosa centralis nicht speciell bezeichnet, weil sie nur in unbedeutender Menge sichtlich ist. In der Commissura anterior, nahe vor dem Centralcanal, sieht man mehrere Querdurchschnittsflächen von isolirten Längsfaserbündeln der weissen Vorderstränge, als vier oder fünf dunkle Punkte, die ich nicht genauer bezeichnet habe, um den Raum nicht durch Anbringung zu vieler Zeichen undeutlich zu machen. Die am meisten in die Augen springenden Unterschiede dieser Figur von der vorigen (resp. der morphologischen Verhältnisse des Rückenmarks in diesem etwas tiefer liegenden Gebiete) bestehen 1) in der Flächeninhaltsvergrösserung der grauen Vorderhörner; 2) in der grösseren Zahl grosser Nervenzellen, welche in 4—5 besondere Gruppen geordnet erscheinen; 3) in der Volumszunahme der gelatinösen Substanz. Die übrigen Theile stimmen im Ganzen mit der vorigen Figur überein. Sehr deutlich sieht man die von hinten nach vorn laufenden Querfasern der grauen Hinterhörner theils in die hintere und vordere Commissur einstrahlen, theils in die grauen Vorderhörner in Continuität verlaufen. Im grauen Vorder-

ad k) Was Bindegewebskörper genannt wird, bleibt erst noch zu demonstriren, beweist also nichts.

ad l) Möglich, aber „lange feine Fortsätze", welche Communicationen bilden, sind kaum oder nicht nachzuweisen.

ad m) Einstimmend mit meinen Erfahrungen.

17. Die Blutgefässe des Rückenmarks betreffend.

Die Blutgefässe des Rückenmarks beschrieb Willis (1660, l. c. 1695. p. 163 ff.) sehr genau, und gab (Tab. XIII) mehrfache, obwohl mehr schematische und immer ziemlich rohe, Abbildungen derselben.

Eine genaue Abbildung der arteriellen und nervösen Blutgefässe giebt R. Vieussens (1685. Lugdun. Fol. Tab. XVIII. XIX).

Nach Förg (1839. l. c. p. 34) bilden die beiden Arteriae spinales posteriores „hauptsächlich durch ihre Ausbreitung das Netz, welches als Pia mater das Rückenmark umgiebt"; unrichtig.

Dass „in der grauen Substanz die Aederchen ein sehr verwickeltes und dichtes, durch zahlreiche Anastomosen nach allen Richtungen hin verflochtenes Netzwerk bilden, während in der weissen Substanz die Aederchen gestreckt laufen", sagt Förg (1844. l. c. p. 48), übereinstimmend auch mit meinen Erfahrungen.

Dass die graue Substanz des Centralnervensystems gefässreicher sei als die weisse, sagt auch Kölliker (Mikr. Anat. 1850. p. 499. 500): „die Stellung der eintretenden Gefässe ist am Rückenmark zum Theil regelmässig, in Reihen; zwei solche finden sich im Grund der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der Pia mater rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche, und andere nicht selten entsprechend den Wurzeln und dem Ansatze des Ligamentum denticulatum."

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Diese Tafel stellt einen horizontalen Querabschnitt aus der unteren Hälfte der Lenden-Anschwellung (Ursprungs-Gebiet des unteren Drittheils der Wurzeln des ersten Sacralnervenpaars, $^1/_4$ — $^1/_3$ Zoll unter der Mitte der Lendenanschwellung) eines in Chromsäure gehärteten Ochsenrückenmarks fünfzigfach linearisch vergrössert dar. Sie zeigt zwei symmetrische Seitenhälften, von denen die rechte eine genauere Darstellung der Natur, wie solche bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope erscheint, bietet, die linke aber nur die Umrisse zeigt. Eine gleich vollkommene Ausführung beider Seitenhälften wäre eine Verschwendung gewesen, ohne irgend einen Nutzen zu haben. Absolute Symmetrie ist zwar in der Natur nicht vorhanden; sie wurde aber hier angenommen, um die Theile der einen Seitenhälfte zur genaueren Bezeichnung der gleichnamigen, in der andern Seitenhälfte enthaltenen, zu gebrauchen.

Durch diese Tafel beabsichtige ich eine genaue Darlegung der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks, wie solche — im Allgemeinen genommen — sich auf Querabschnitten darbieten. Diese Abbildung ist nach mehreren gelungenen Abschnitten aus der genannten Gegend des Rückenmarks, d. h. aus ganz nahe benachbarten Schichten der nämlichen Gegend gezeichnet, und mit möglichster Genauigkeit nach der Natur dargestellt worden; es ist also hier kein Schema, keine Skizze, sondern eine, mit fast photographischer Treue gegebene, bildliche Darstellung der natürlichen Verhältnisse, und keine Faser, kein Nervenkörper ist gezeichnet worden, welcher nicht die treue Copie der Natur wäre. Die Zeichnung geschah unter dem Schiek'schen grossen Mikroskope bei Ocular 0 und Objectivlinsen Nr. 1+2+3. Es ist dieses — nach vorgenommener Messung — eine Vergrösserung von 55 linear. Es wurden aber die natürlichen Umrisse in der Weise genau 50-fach vergrössert gezeichnet, dass zuerst der Durchmesser von vorn nach hinten, entsprechend der Fissura anterior und posterior, und dann der grösste Durchmesser von einer Seite zur anderen mit Hülfe des Cirkels genau fünfzig Mal vergrössert, bestimmt, beide Durchmesser aber in Form von zwei in rechten Winkeln sich schneidenden Linien auf das Papier aufgezeichnet wurden. Alsdann wurden die übrigen Umrisse eben so genau bestimmt und aufgezeichnet. Es geschah dieses 1) mit Hülfe einer Glastafel, auf welcher ein mikrometrisches Quadratnetz gezogen war; jede Seite jeden Quadrats dieses Netzes war = 2 Mm. lang. 2) Mit Hülfe eines entsprechend grossen Papiers, auf welchem ein, dem auf dem Glasmikrometer gleiches, aber 50-fach vergrössertes, Quadratnetz gezogen war, d. h. jede Seite jeden Quadrats dieses Netzes war = 100 Mm. lang. Die Glasplatte, welche das Quadratnetz enthielt, wurde über das zwischen zwei Glasplättchen eingekittete Präparat gelegt, und unter das Mikroskop gebracht. Hier sah man also (das Präparat wie) das Quadratnetz der Glastafel 50-fach vergrössert, eben so wie auf dem Papier, und so diente diese Glastafel sammt ihrem Quadratnetze als sicherer Anhaltspunkt, um die betreffenden Theile auf das, mit dem 50-fach vergrössert gezeichneten Quadratnetz versehene, Papier zu übertragen. Eine geringe Verstellung des Focus genügte, um das Quadratnetz der Glastafel oder die einzelnen Theile des Präparats auf das Schärfste zu erblicken, oder beide gleichzeitig etwas weniger scharf. Mit einer photographischen Genauigkeit wurde ein jeder Theil des Präparats, der in einem bestimmten Quadrate des auf der Glastafel befindlichen Netzes genau begränzt erschien, in das ent-

sprechende Quadrat des Papiers eingezeichnet, bis die sämmtlichen Theile des Präparats, die in den verschiedenen Quadraten des Netzes erschienen, auf das Papier naturgetreu aufgetragen waren. Auf diese Weise war es möglich, eine 50-fach vergrösserte Figur zu erlangen, welche in allen ihren einzelnen Theilen die genauen gegenseitigen Grössenverhältnisse hatte, wie der natürliche Querabschnitt (nur 50 Mal vergrössert) und alle einzelnen Theile genau so zeigte, wie sie in dem mikroskopischen Bilde erschienen.

Ueber das Ansehen der verschiedenen Theile eines Querabschnitts aus einem in Weingeist oder erst in Chromsäure und nachher in Weingeist gehärteten Rückenmarke habe ich bereits wiederholt genauere Mittheilungen gemacht. Ich will daher hier kurz anführen, dass, wenn man einen feinen Querabschnitt aus dem gehärteten Rückenmarke bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope untersucht, also auch in dem hier zu beschreibenden Querabschnitte, bei allen Vergrösserungen mittlerer Stärke (bei Linsen mit weiter Focaldistanz, also von 15 bis zu etwa 200—300 linear), alle Querdurchschnittsflächen von Längsfasern der weissen Substanz grauschwarz oder schwarz erscheinen; alle in Continuität erscheinenden Fasern der weissen Substanz silbergrau oder hellgrau aussehen; dass die graue Substanz aber gelb oder gelbweiss erscheint.

Auf solche Weise unterscheidet man nicht blos ganz leicht die weisse und die graue Substanz, sondern auch die Fasercontinuität innerhalb der grauen wie innerhalb der weissen Substanz, d. h. Querfasern in Continuität zwischen Querdurchschnittsflächen von Längsfasern, oder zwischen Nervenkörperhaufen und einem verfilzten Gewebe von Schrägfasern u. s. w. Diese Tafel ist ausserdem dazu bestimmt, als Erläuterungstafel oder Hülfstafel für die im Folgenden noch zu erklärenden Tafeln 2—10 zu dienen, welche sämmtlich nach bedeutend schwächeren Linearvergrösserungen gezeichnet worden sind, aus dem später anzugebenden Grunde. Diejenigen Theile, welche daher in den folgenden Tafeln, wegen geringer Vergrösserung, weniger deutlich erscheinen, zeigen in dieser ersten grösseren Tafel ihren deutlicheren Prototyp.

Bei *a b* sieht man die fissura longitudinalis anterior; bei *a* ist die Uebergangsstelle der vorderen Längsspalte in die vordere Oberfläche des Rückenmarks; bei *b* der Grund der Fissur, dicht vor der Commissura anterior; bei *c d* die fissura longitudinalis posterior; bei *c* ist die Uebergangsstelle der hinteren Längsspalte in die hintere Oberfläche des Rückenmarks; bei *d* der Grund dieser Längsspalte dicht hinter der commissura posterior; bei *e* ist der canalis centralis, begränzt von seinem Flimmer-Cylinder-Epithelium, *f*, welches aus vier abwechselnd dunklen und hellen concentrischen Kreisen zusammengesetzt zu sein scheint. Bei *gg* ist die Substantia gelatinosa centralis sichtbar, den Centralcanal ringsum einschliessend. Bei *hh*, *h'h'*, die Commissura anterior; *hhh* eintretende, *h'h'h'* austretende Fasern. Die länglichen dunklen Massen bei *i*, *i*, sind die Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, welche durch die in die vordere Commissur aus der grauen Substanz eintretenden Faserbündel von den übrigen Fascikeln der Vorderstränge gleichsam abgeschnürt sind. Bei *k* ist die Commissura posterior, anscheinend aus parallelen Querfasern bestehend, mit feinkörniger grauer Substanz vermischt. Bei *AA'* ist die vordere Gränze der weissen Vorderstränge oder der vordere Rand des Querabschnitts, resp. die Gränze desselben an der vorderen Fläche des Rückenmarks; die Querdurchschnittsfläche der weissen Vorderstränge ist bei *l*, *l*, *l*, *l*, *l*. Bei *BB'* sieht man die hintere Gränze der weissen Hinterstränge; die Masse der weissen Hinterstränge selbst oder die Querdurchschnittsfläche derselben ist mit *m*, *m*, *m*, *m*, *m* bezeichnet. Zwischen *A'* und *B'* ist die seitliche Gränze oder äussere Oberfläche der Seitenstränge, *C*, *C'*. Die Querdurchschnittsfläche der Seitenstränge oder ihre Masse ist mit *p*, *p*, *p*, *p*, bezeichnet. Bei *DD''* ist die innere Gränze der grauen Vorderhörner, mit welcher sie an die hintere, resp. imaginäre äussere Seite oder Fläche derjenigen Abtheilung der weissen Vorderstränge stossen, die zunächst der vorderen Längsspalte befindlich ist. Bei *D' D''* ist die vordere Gränze der grauen Vorderhörner oder grauen Vorderstränge, wo sie an die vorderen weissen Stränge stossen, und zwar in dem von der vorderen Fissur etwas entfernteren Theile der weissen Vorderstränge, durch welchen die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln in dickeren Bündeln verlaufen; bei *D+ D╪* ist die äussere oder seitliche Gränze der grauen Vorderhörner, wo sie an den Seitensträngen anliegen; bei *D''' D** und in querer Richtung weiter nach innen, gegen den Centralcanal hin, ist die hintere (imaginäre) Gränze der grauen Vorderhörner, mit welcher sie an die imaginäre vordere Gränze des grauen Hinterhorns stossen. Die Masse der vorderen grauen Substanz selbst ist mit *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, *n*, bezeichnet. Bei *E E'* sieht man die innere Gränze der grauen Hinterstränge, mit welcher sie an die dem hinteren Längsspalt zunächst gelegenen

Massen oder Bündel der weissen Hinterstränge oder an die am meisten nach innen und vorn gelagerten Theile der weissen Hinterstränge anstossen. Bei E' E'' erblickt man die hintere Gränze der grauen Hinterhörner, mit welcher sie an die der hinteren Rückenmarksoberfläche näher gelegenen, und von dem hinteren Längsspalt mehr nach aussen entfernteren, Bündel der weissen Hinterstränge angränzen. Bei E'' E^* ist die äussere Gränze der grauen Hinterhörner, mit welcher sie an den inneren Rand der hinteren Hälfte oder hinteren Abtheilung der Seitenstränge angränzen. Wenn man eine Linie in querer Richtung von von E^* nach E ziehen wollte, so würde man die imaginäre vordere Gränze der grauen Hinterhörner in der Richtung von E^* nach E erblicken, die auch als die Basis der grauen Hinterhörner, E^* E, bezeichnet zu werden pflegt. Im Grunde genommen ist diese Gränze gleichbedeutend mit der oben schon bezeichneten Gränze D''' D^*, der hinteren imaginären Gränze der grauen Vorderhörner.

Die Querdurchschnittsfläche der grauen Hinterhörner, oder die Masse der grauen Hinterhörner ist mit *o, o, o, o,* bezeichnet, gewöhnlich auch unter dem Namen der substantia spongiosa bekannt. Bei F, F' F'' F^* sieht man die substantia gelatinosa, in Form einer schlangenartig gewundenen hellen Masse, welche das graue Hinterhorn umsäumt oder umfasst, oder, an dessen hinterer und theilweise äusserer Gränze, seine Abscheidung von den weissen Hintersträngen bedingt. Die hinteren Nervenwurzeln sieht man bei G, G' G'' theilweise in kurzen Fragmenten am Querschnitt des Rückenmarks anhängend. Die vorderen Nervenwurzeln sind bei H, H', H'', gleichfalls in kurzen Fragmenten an Rückenmarksabschnitt anhängend. Wenn wir, nach dieser Bezeichnung der am meisten auffallenden gröberen Theile dieses Rückenmarkstheils, zu den Einzelnheiten, welche darin erkennbar sind, übergehen, so finden wir: In den weissen Vordersträngen und zwar in den zunächst der vorderen Fissur gelegenen Bündeln, also zur Seite von *a, b,* innerhalb der vorwiegend dunklen Masse (der Querdurchschnittsfläche der Längsfasern) erscheinen hellere Streifen, von der grauen Substanz in der Richtung von hinten nach vorn und innen gegen die fissura anterior in spitzen Winkeln schräg laufend, bei *q q q q q,* als Ausläufer der grauen Vorderhörner in die weissen Vorderstränge; diese Ausläufer sind dickere oder dünnere Bündel von querlaufenden Nervenprimitivfasern, welche aus den grauen Vorderhörnern in die weisen Vorderstränge einstrahlen, und in diesen, nach kürzerem oder längerem Verlaufe, in die longitudinale Richtung sich umbeugen, daher auf dem Querabschnitt scharf abgeschnitten anscheinend endigen, wie bei q^* q^*. — Diejenigen Ausläufer der grauen Vorderhörner, welche in der Nähe der commissura anterior in die weissen Vorderstränge eintreten, hängen mit den (austretenden) Fasern dieser Commissur zusammen, und sind gleichsam Verbindungsfasern zwischen grauem Vorderhorn und austretenden Fasern der vorderen Commissur, $q+$ $q+$. Die übrigen helleren Stellen, innerhalb der dunklen Querdurchschnittsfläche der weissen Vorderstränge, sind zum Theil Fragmente von Blutgefässen, *y, y,* oder Theile der Pia mater und ihrer Fortsätze, die in das Innere der Vorderstränge eindringen, *x x,* oder Schrägdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln der weissen Vorderstränge, *z z.* In dem weiter nach aussen gelegenen Theil der weissen Vorderstränge oder dem mittleren zwischen fissura anterior und Seitensträngen gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, in dessen vorderen Rand die vorderen Nervenwurzeln *H H* eintreten, sieht man grösstentheils die nämliche Beschaffenheit und die nämlichen Bestandtheile, wie in den eben beschriebenen mehr innersten Theile der genannten weissen Stränge. Jedoch zeichnet sich diese Abtheilung vor der erstbesprochenen dadurch aus, dass in ihr, in Form breiter heller Streifen oder Bahnen, Bündel von Primitivnervenfasern in fast gerader Linie vom vorderen Rande des Abschnitts (resp. der vorderen Fläche der weissen Vorderstränge) nach hinten verlaufen, und in die vordere Gränze des grauen Vorderhorns in ununterbrochener Continuität eintreten; es sind dieses die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln *J, J, J, J, J, J, J, J, J, J, J, J* innerhalb der der weissen Vorderstränge, welche sich als die unmittelbaren Fortsetzungen der vorderen Nervenwurzeln *H, H, H* documentiren. Diese centralen vorderen Nervenbahnen sind bald breiter, J' J', bald schmäler, $J+$ $J+$, behalten auch in einem Querabschnitt nicht an allen Stellen ihres Verlaufs eine gleiche Breite, weil ihre Primitivnervenfasern nicht an allen Stellen absolut parallel neben einander her laufen; vielmehr finden Kreuzungen der Primitivnervenfasern der centralen vorderen Nervenbahnen, bei J'' z. B., Statt, und Abweichungen aus einer Horizontalebene in eine andere. An der Stelle, wo diese centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln in das graue Vorderhorn eintreten, sieht man ein Auseinanderstrahlen

ihrer Primitivfasern in den verschiedensten und entgegengesetzten Richtungen und eine Durchkreuzung derselben in den verschiedensten Winkeln, bei *J* J**.

In dem noch weiter nach aussen gelegenen Theil der weissen Vorderstränge, welcher an die Seitenstränge gränzt, sehen wir, mit Ausnahme der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, die nämlichen Theile, wie in den bereits beschriebenen Theilen der genannten Stränge; nämlich helle Streifen, die mehr oder weniger den centralen vorderen Nervenbahnen parallel, oder in ähnlicher Richtung wie diese verlaufen, jedoch nicht bis zum vorderen Rande oder bis zur vorderen Gränze des Abschnitts sich erstrecken. Es sind dieses die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die seitlichen Theile der weissen Vorderstränge, *K, K,* bestehend aus Bündeln von querlaufenden Nervenprimitivfasern, welche sich innerhalb der weissen Vorderstränge aus der horizontalen Richtung in die longitudinale umbeugen, und deshalb auf Querabschnitten, an den Umbeugungsstellen, abgeschnitten zu endigen scheinen. Ausserdem sieht man bogen- oder gürtel- oder halbkreisförmige helle Streifen, welche die eben bezeichneten Ausläufer (*K K*) in fast rechten Winkeln kreuzen; es sind dieses halbcirkelförmig verlaufende Querfasern der weissen Vorderstränge, *L, L, L, L,* die nur in diesem Gebiete des Rückenmarks in der bezeichneten Form vorkommen, und welche gleichfalls als Ausstrahlungen der grauen Vorderstränge anzusehen sind, die jedoch zuerst in die Seitenstränge eintreten, und von da aus, nach vorn und innen umbeugend, sich in die weissen Vorderstränge begeben. Alle diese halbcirkelförmigen Fasern, deren einzelne Bündel selbst die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln kreuzen, *L**, enden anscheinend scharf abgeschnitten, weil sie, aus der horizontalen Richtung in die longitudinale umbiegend, nach kürzerem oder längerem Verlauf in genannter Richtung, als Längsfasern der weissen Vorder- oder Seitenstränge verlaufen, oder in höhere oder tiefere Ebenen des Rückenmarks übergehen. Auch sieht man vereinzelte grosse Nervenzellen innerhalb der weissen Vorderstränge, bei *M M*, in ziemlicher Entfernung von der grauen Substanz.

In den weissen Seitensträngen, *p p p*, zwischen *C* und *B'*, bemerken wir im Ganzen die nämlichen Theile, welche in der letztgenannten (äusseren) Abtheilung der weissen Vorderstränge bezeichnet worden sind; der grösste Theil zeigt sich als dunkle Masse, d. h. aus den Querdurchschnittsflächen von Längsfasern zusammengesetzt. Zwischen diesen fallen aber auf den ersten Blick eine grosse Anzahl heller Streifen auf, welche strahlenförmig aus der seitlichen oder äusseren Gränze der grauen Substanz, resp. des grauen Vorderhorns, in fast horizontaler mehr oder weniger paralleler Richtung, jedoch im Ganzen in einer keineswegs ganz regelmässigen Form, von innen nach aussen verlaufen. Es sind dieses die Ausstrahlungen der Faserbündel der grauen Vorderhörner in die Seitenstränge, *N, N, N, N, N, N, N, N.* Diese Strahlenbündel von Nervenprimitivfasern sind von verschiedener Dicke; manche bestehen nur aus vereinzelten oder ganz wenigen Primitivnervenfasern, andere bilden ganz dicke Bündel, welche in Bezug auf ihren Durchmesser demjenigen der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln kaum nachstehen, an der Stelle, wo sie aus der grauen Substanz austreten, z. B. *N'* N''. Alle diese horizontal laufenden Bündel erstrecken sich gegen die äussere Oberfläche der Seitenstränge hin, jedoch ohne dieselbe unmittelbar zu erreichen; vielmehr erscheinen alle, in grösserer oder geringerer Entfernung von der genannten Oberfläche, allmählig sich verschmälernd, endlich zugespitzt mehr oder weniger, und dann anscheinend frei endend, in der That aber nur abgeschnitten, weil sie an den scheinbaren Endpunkten in andere Ebenen umbeugen, und in der Regel die longitudinale Richtung annehmen. Diese Ausläufer der grauen Substanz erscheinen, in den weissen Seitensträngen selbst, Plexus-ähnlich zusammenzuhängen, bei *N+ N+*, und schliessen auf solche Weise dünnere oder dickere Bündel der Seitenstränge ringsum ein, schnüren solche gleichsam von der übrigen Masse der Seitenstränge ab, und erzeugen gewissermaassen ein Maschen-Netz von Querfaserbündeln (zwischen *N+ N+*) zunächst dem äusseren Seitenrande des grauen Vorderhorns, welches isolirte Längsfaserbündel der Seitenstränge (bei *N+ N+* und andern Stellen) in Form runder, ovaler oder unregelmässiger dunkler Massen in sich einschliesst. Ausserdem sieht man Theilungen dieser Querfaserbündel in kleinere Fascikel, bei *N**, und an vielen andern Stellen, bifucatorisch oder in mehrfacher unregelmässiger Weise, indem die einzelnen Bündelchen und Fasern eines dickeren Ausläufers an verschiedenen Punkten der Seitenstränge aus einer Ebene und Richtung in eine andere umbiegen, nicht alle an einem und demselben Punkte. — Ausser den eben bezeichneten Querfasern, die in mehr gerader Richtung von innen nach aussen laufen, sieht man auch halbcirkelförmig verlaufende Querfasern, *L+*, welche die unmittelbaren Fortsetzungen der bei den weissen Vordersträngen

beschriebenen und mit *L L L L** bezeichneten Faserzüge sind. — Auch gewahrt man vereinzelte grosse Nervenzellen, *O, O, O,* innerhalb der Seitenstränge, entfernt von der grauen Substanz, oft in sehr bedeutender Entfernung und der seitlichen Oberfläche der Seitenstränge ziemlich nahe, zwischen die weissen Längsfaserbündel eingelagert. Besonders auffallend und zahlreich finden sich dieselben häufig in dem hintersten und innersten Theil der Seitenstränge, welcher an die seitliche Gränze des grauen Hinterhorns, resp. die gelatinöse Substanz stösst, z. B. bei *O*+. Die Fortsätze der Pia mater, *P, P, P, P,* in querer Richtung von aussen nach innen strahlend, oft die Ausläufer der grauen Substanz *N, N,* begleitend, sind an zahlreichen Stellen zu sehen; nicht minder sieht man zahlreiche Fragmente von Blutgefässen, bei *Q, Q* und an anderen Stellen.

In den weissen Hintersträngen, *m, m, m,* finden wir zwar wesentlich nie nämliche Beschaffenheit, wie in den beschriebenen Vorder- und Seitensträngen, jedoch auch wieder manche Verschiedenheit von jenen. Die grössere Masse derselben erscheint dunkel, d. h. als Querdurchschnittsfläche von Längsfasern, *m, m, m.* Diese aber werden durchsetzt von einer auffallend grossen Zahl von Querfasern, *R, R, R, R, R, R, R, R, R,* welche an den verschiedensten Punkten der Querdurchschnittsfläche der weissen Hinterstränge, am meisten in den der hinteren und äusseren Oberfläche des Rückenmarks näheren Theilen derselben, erkennbar sind. Diese Querfasern liegen in dickeren oder in dünneren Bündeln zusammen, laufen in den allerverschiedensten Richtungen, und bilden ein sehr verworrenes Netzwerk von sich kreuzenden, oder einem Filzgewebe ähnlich unter einander vermischten Fasern. Die dickeren Bündel dieser Querfasern, *R, R', R'', R''',* erscheinen als die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, *G, G', G'',* oder als die dicken Fascikel der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln; die Continuität beider ist eine so aufallende, dass kein Zweifel deshalb aufkommen kann. Die dünneren Bündel, *R', R², R³,* stehen zwar nicht in so auffallender unmittelbarer Continuität mit den hinteren Spinalnervenwurzeln *G, G, G;* indessen sieht man doch häufig genug Verbindungsbündel zwischen den dickeren und dünneren Querfaserfascikeln der weissen Hinterstränge, z. B. bei *R**, durch welche auch die dünneren Bündel sich genügend als unmittelbare Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln oder als die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln dokumentiren. Ausser den bezeichneten dickeren und dünneren Bündeln von Querfasern sieht man in den weissen Hintersträngen, zwischen jenen in den verschiedensten Richtungen verlaufend, kürzere oder längere Fragmente von schräg durschnittenen Fasern und Faserbündeln, bei *S, S,* und an vielen andern Stellen, welche sich in der Abbildung (wie an einem Abschnitte) durch ihre weniger dunkle, mehr graue Farbe, und durch ein rauhes, streifiges, weniger körniges Ansehen auszeichnen. Auch in den weissen Hintersträngen findet man häufig genug vereinzelte grosse Nervenzellen, *T,* in grösserer oder geringerer Entfernung von der grauen Substanz; oft scheinen die Ausläufer der Nervenzellen als Querfasern mit anderen weiter zu verlaufen; ferner sieht man Fortsätze der Pia mater, bei *U, U,* und anderen Stellen; auch Fragmente von Blutgefässen, wie in den übrigen bezeichneten weissen Strängen.

In den am meisten nach innen und vorn gelegenen Theilen der weissen Hinterstränge, also in den Theilen derselben, welche zwischen der vorderen Hälfte der fissura posterior, der inneren Gränze des grauen Hinterhorns und hinter der commissura posterior liegen, findet man eine grössere oder geringere Zahl von Querfasern, welche aus der Basis des grauen Hinterhorns, oder aus den verschiedensten Punkten der inneren Gränze des grauen Hinterhorns, ausstrahlen und in die Hinterstränge eintreten, also Ausstrahlungen von Querfasern aus dem grauen Hinterhorn in die weissen Hinterstränge, *V, V', V'';* diese Bündel sind meistens nur schmal, verlaufen bald quer, direct gegen die fissura posterior hin, *V,* bald mehr nach hinten gegen die hintere Oberfläche des Rückenmarks hin, *V', V'',* ohne jedoch eine oder die andere zu erreichen, und verschwinden in kürzerer oder längerer Entfernung von der grauen Substanz, in den weissen Hintersträngen anscheinend endend; dieselben treten aber an diesen scheinbaren Enden nur in andere Ebenen und verlaufen in anderen Richtungen, als Längsfasern u. s. w., können also begreiflicher Weise in dem Querabschnitt nur an den Umbeugungswinkeln ihre durchschnittenen Enden zeigen.

Betrachten wir noch specieller die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, so erscheinen Kreuzungen der Primitivfasern innerhalb der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln selbst, z. B. in *R' R,* indem ein Theil der Fasern die Richtung von hinten nach vorn, ein anderer Theil die Richtung von vorn nach hinten nimmt. Ausser diesen beiden Richtungen in einer und derselben Horizontalebene finden aber auch Verschiedenheiten des Faserlaufs in einer und derselben Ver-

ticalebene Statt, die zwar auf dieser Tafel nicht anschaulich genug gemacht werden konnten, die aber daraus erhellen, dass die breiten centralen Nervenbahnen nach kürzerem oder längerem Verlaufe plötzlich abgeschnitten enden, z. B. bei R'''; es sind dieses die Stellen, wo die centralen Nervenbahnen in andere Ebenen übertreten, also die Ebene, in welche der Querabschnitt fiel, verlassen. — Eben so wie die einzelnen Primitivfasern in einer und derselben centralen Nervenbahn eine verschiedene Richtung zeigen, so haben auch die dicken und dünnen Fascikel der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln eine verschiedene Richtung. Die Richtung der centralen hinteren Nervenbahnen quer von aussen nach innen und nur wenig schräg nach vorn, sieht man an den Bündeln R, R', R'', R'''; die Richtung gerade von hinten nach vorn, an den Fascikeln R^1, R^2, R^3, mehr oder weniger gebogen oder geschlängelt. Die Uebergänge aber aus einer dieser Richtungen in die andere findet man an den beiden genannten Faserbündeln an vielen Punkten.

Wenden wir uns zur genaueren Betrachtung der grauen Substanz, und zwar zuerst zu derjenigen der grauen Vorderhörner, *n, n, n, n,* so finden wir in denselben vor Allen auffallend eine bedeutende Menge von grossen Nervenzellen, in verschiedenen Haufen oder Gruppen, W, W^1, W^2, W^3, W^4. Man kann mehrere solcher Gruppen unterscheiden. Die vordere Gruppe, W, liegt an der am meisten nach vorn und aussen vorspringenden Masse oder am meisten in die weissen Vorderstränge hineinragenden Winkel des grauen Vorderhorns. Die hintere Gruppe oder hintere äussere Gruppe, W', liegt an dem hinteren Theil der seitlichen Gränze des grauen Vorderhorns; die innere oder mittlere Gruppe, W^2, W^2, liegt im Centrum des grauen Vorderhorns. Auch sieht man am hinteren Theil der inneren Gränze des grauen Vorderhorns, unfern der commissura anterior, eine andere Gruppe grosser Nervenzellen, die man als hintere innere Gruppe, W^3, bezeichnen könnte. Alle diese Gruppen sind auf das Mannichfaltigste von durchsetzenden Fasern durchzogen und mit einander verbunden. Ausser den bezeichneten Gruppen von Nervenkörpern sieht man eine grosse Zahl von mehr vereinzelten grossen Nervenzellen, bei X, und an vielen andern Stellen.

Nach den grossen Nervenzellen am meisten auffallend sind die Querfasern des grauen Vorderhorns, Y, Y, Y, Y, Y, Y. Dieselben laufen kürzere oder längere Strecken in Continuität sichtbar, und hören dann abgeschnitten auf, weil sie in andere Ebenen, als in der, worin sie der Schnitt traf, übergehen. Man kann verschiedene Richtungen unterscheiden, in welchen diese Fasern verlaufen. Manche Bündel verlaufen in querer Richtung, Y^1, Y^2, gerade von aussen nach innnen, oder umgekehrt; andere verlaufen in etwas schräger Richtung von aussen nach innen, Y^3, Y^4; andere verlaufen in mehr gerader Richtung von hinten nach vorn, Y^5, Y^6, und diese letzteren erscheinen häufig genug als die unmittelbaren Fortsetzungen der centralen vorderen Nervenbahnen; andere verlaufen in schräger Richtung von hinten nach vorn, Y^7, Y^8, oder in halbcirkelförmiger Richtung, Y^9, längs dem Vorderrande des grauen Vorderhorns, und erscheinen ebenfalls als die unmittelbaren Fortsetzungen von Fasern aus den centralen Bahnen der vorderen Spinalnervenwurzeln. Von vielen anderen Querfasern sieht man nur kürzere Fragmente in den allerverschiedensten Richtungen an einer jeden Stelle des grauen Vorderhorns, daher ich für diese keine specielle Bezeichnung angebe. Von allen diesen Fasern, deren Continuität in der grauen Substanz des Vorderhorns sichtbar ist, sieht man sehr viele, an den verschiedenen Gränzpunkten der weissen Vorder- und Seitenstränge, als Ausstrahlungen der Fasern grauer Substanz zur Bildung von Querfaserbündeln der weissen Substanz auftretend, welche im Vorausgehenden beschrieben worden sind.

Ausser den Fasern in Continuität erscheinen in den grauen Vorderhörnern zahllose Querdurchschnittsflächen von Längsfasern der grauen Substanz, z. B. bei Z, als mehr oder weniger gehäufte dunkle Punkte, oder rundliche, eckige dunkle Massen von unregelmässiger Form meist, selten von grösserem Durchmesser. Auch viele solcher Punkte, welche etwas weniger dunkel sind, zeigen sich an zahllosen Stellen als Schrägdurchschnittsflächen von Fasern, die weder als reine Längs-, noch als reine Querfasern zu betrachten sind, die vielmehr vom Schnitt in den verschiedensten Winkeln getroffen werden, in dem Abschnitt also nur ihre Schrägdurchschnittsflächen darbieten. Zwischen den genannten Theilen sieht man häufig Fragmente von Blutgefässen, bei *, und an andern Stellen.

Fasern, welche aus dem grauen Vorderhorn in Continuität in die commissura anterior eintreten, sieht man häufig, z. B. bei *10;* Fasern, die aus den grauen Vorderhörnern in Con-

tinuität gegen die commissura posterior hin strahlen, sieht man bei *11;* ich habe diese Fasern als die aus der commissura posterior austretenden Fasern bezeichnet. Die andern in Continuität aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge (bei *q, q*), in die weissen Seitenstränge (bei *N, N*) und in die centralen Bahnen der vorderen Spinalnervenwurzeln (bei *J* J**) einstrahlenden Fasern sind bereits oben angegeben worden.

In den grauen Hinterhörnern, *o, o, o, o,* finden wir dieselben Bestandtheile, wie in den grauen Vorderhörern, jedoch zum Theil in anderer Weise angeordnet. Die grossen Nervenzellen finden wir auch hier bald mehr in Haufen zusammenliegend, bald mehr nur vereinzelt. So zeigt sich eine Andeutung oder Spur einer Gruppe grosser Nervenzellen an der Basis der grauen Hinterhörner, bei *12, 12*; in anderen Schichten des Rückenmarks ist an dieser Stelle eine in hohem Grade auffallende Gruppe grosser Nervenzellen, welche ich als die Dorsalkerne bezeichnet habe, die aber gerade in der hier abgebildeten Schicht des Rückenmarks fehlt, oder nie so auffallend wie im Dorsaltheile vorhanden ist. — Vereinzelte grosse Nervenzellen der grauen Hinterhörner erscheinen bei *13, 13.* Manche dieser Zellen sieht man unmittelbar an der Gränze der grauen und weissen Substanz, und Fortsätze dieser Zellen in die weisse Substanz eintretend, z. B. bei *14.* Ausser den grossen Nervenzellen am meisten auffallend sind die in Continuität verlaufenden Primitivnervenfasern der grauen Hinterhörner. Und zwar erscheinen die in Continuität auftretenden Querfasern in den verschiedensten Richtungen; zuerst sieht man die Querfasern des grauen Hinterhorns, welche in fast gerader Richtung von innen nach aussen verlaufen, bei *15, 15*; viele dieser Fasern verfolgt man in ununterbrochener Continuität bis in die hintere Commissur. Zweitens sieht man dickere oder dünnere Bündel oder Querfaserzüge, welche von der hinteren Commissur schräg nach aussen und hinten verlaufen, *16, 16,* welche man nicht selten bis zum hinteren Rande des grauen Hinterhorns in Continuität verfolgen kann. Es sind diese als die eintretenden Fasern der hinteren Commissur von mir bezeichnet worden. Drittens sieht man sehr auffallend dicke Bündel von Querfasern, die von hinten nach vorn verlaufen, bei *17, 17, 17, 17,* in mehr oder weniger geraden oder gebogenen Linien, die zwar durch die gelatinöse Substanz in die weissen Hinterstränge hinein in Continuität verfolgt werden können, die aber in dem hinteren Theile der grauen Hinterhörner ihre abgeschnittenen Enden zeigen und sich nicht weit gegen die Vorderhörner hin in Continuität verfolgen lassen, weil sie in diesen Schichten des Rückenmarks in andere Ebenen umbiegen, also auf einem Querabschnitte nothwendig in ihrer Continuität getrennt werden müssen. In vielen andern Schichten des Rückenmarks aber lassen sich allerdings diese Faserbündel oft sehr weit nach vorn in ununterbrochener Continuität hin verfolgen, bis in das graue Vorderhorn hinein, wie das in den später zu erläuternden Abbildungen zum Theil dargestellt worden ist.

Ausser den in Continuität sichtlichen Querfasern erscheinen in den grauen Hinterhörnern Querdurchschnittsflächen von Längsfasern, mehr oder weniger mit Schrägdurchschnittsflächen von Längsfasern vermischt, in zwei Formen; man sieht nämlich sehr auffallend eine grose Masse von Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in dicht bei einander gelagerten Gruppen, bei *18, 18, 18, 18, 18,* welche bald dicker, bald dünner an Durchmesser, bald rundlich oder unregelmässig geformt, bald dichter, bald weniger dicht gelagert sind, und zwischen denen einzelne Bündel (dickere oder dünnere) von den oben mit *17* bezeichneten Querfasern, die von hinten nach vorn laufen, in Continuität hindurchstrahlen. Diese Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln bilden gewissermaassen die hintere Gränze und auch den hinteren Theil der seitlichen (äusseren) Gränze des grauen Hinterhorns, zwischen letzterem und der gelatinösen Substanz. Man trifft diese Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in jedem Querabschnitt aus dem Rückenmark, jedoch an verschiedenen Localitäten des Rückenmarks in verschiedener Anzahl und verschiedener Anordnung. Die zweite Form, in welcher die Querdurchschnittsflächen von Längsfasern in den grauen Hinterhörnern auf Querabschnitten erscheinen, ist die Form von Querdurchschnittsflächen isolirter Bündel von Längsfasern, bei *19, 19.* Auch diese sind von verschiedenem Durchmesser, oft zahlreich, oft gering an Zahl, jedoch ebenfalls fast in jedem Querabschnitte des Rückenmarks mehr oder weniger deutlich. Ausser diesen Theilen sieht man eine zahllose Menge von Fragmenten vereinzelter Fasern in den verschiedensten Richtungen, die ein unentwirrbares verfilztes Gewebe bilden, und die ich hier nicht einzeln bezeichnen zu müssen geglaubt habe; auch sieht man an den meisten Stellen feine dunkle Punkte in grosser Zahl, jedoch mehr gleichmässig zerstreut, nicht besondere Gruppen bildend; es sind dieses die Querdurchschschnittsflächen von

Längsfasern, die in sehr dünnen Bündeln oder vereinzelt, an ihren Umbeugungsstellen aus der vom Schnitt getroffenen Ebene in eine andere, hier ihre abgeschnittenen Enden zeigen, und welche den meisten Stellen des grauen Hinterhorns auf dieser Querdurchschnittsfläche ein getüpfeltes oder dunkel punktirtes Ansehen geben, gleich demjenigen, welches bereits bei Bezeichnung der grauen Vorderhörner erwähnt wurde. Dass übrigens auch in dem grauen Hinterhorn häufig genug Fragmente von Blutgefässen, wie bei *20, 20,* und Theile der Pia-mater-Fortsätze erscheinen, bedarf kaum der Erwähnung.

Bei genauerer Betrachtung der substantia gelatinosa, *F, F, F,* welche wir als den hintersten Theil der grauen Substanz, jedoch als ein von der übrigen grauen Substanz verschiedenes eigenthümliches Gewebe ansehen müssen, ist vorerst die bedeutende Durchsichtigkeit dieser Masse auffallend, welche bereits im Texte genügend erörtert ist. Da die der gelatinösen Substanz eigenthümlichen Elemente bei einer verhältnissmässig so schwachen Vergrösserung, unter welcher voliegende Tafel gezeichnet worden ist, nicht erkenntlich sind, so bleiben mir hier nur noch die anderweiten Bestandtheile dieser gelatinösen Substanz, welche aber nur mehr als von aussen herkommende und durch sie zu anderen Gegenden des Rückenmarks hindurchtretende Theile anzusehen sind, zu bezeichnen übrig. Es sind dieses zuerst die Querfaserbündel, welche von hinten nach vorn verlaufen, *21, 21, 21, 21.* Es sind dieses die unmittelbaren Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln, oder derjenige Theil der centralen Bahn der hinteren Spinalnervenwurzeln, welche in dicken Bündeln die gelatinöse Substanz durchsetzen, um in die weiter nach vorn gelegenenen Theile der grauen Hinterhörner zu gelangen. Sehr viele dieser Fasern erscheinen auch als Querfasern in dünneren Bündeln, *22, 22, 22, 22;* alle diese Bündel, dickere und dünnere, laufen mehr oder weniger parallel, und geben der gelatinösen Substanz auf Querabschnitten, wenn mit blossem Auge oder unter schwachen Vergrösserungen betrachtet, das streifige Ansehen. Diese Querfaserbündel haben in vorliegender Abbildung eine auffallend dunkle Farbe, dunkler als die Farbe der centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge. Dieses ist die Folge der etwas bedeutenderen Dicke des Querabschnitts an jener Stelle, durch welche auch die in Continuität befindlichen Nervenbahnen etwas dunkler erscheinen. Eine andere Gattung von Querfasern zeigt sich unmittelbar an dem hinteren Rande oder an der hinteren Gränze der gelatinösen Substanz; es sind dieses die halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *23, 23, 23, 23, 23, 23, 23;* man verfolgt dieselben häufig in langen Strecken in Continuität, und findet bei genauerer Untersuchung, dass sie aus Fasern der centralen Bahn der hinterern Spinalnervenwurzeln gebildet werden. Jene Fasern biegen nach kürzerem oder längerem Verlaufe in der genannten halbcirkel- oder bogenförmigen Richtung in andere Richtungen um, kreuzen sich vielfach unter einander und mit den in mehr gerader Richtung von hinten nach vorn laufenden Querfasern, und gehen endlich, an letztere sich anlegend, mit diesen in die weiter nach vorn gelegene Substanz des grauen Hinterhorns über. Ausser den Fasern in Continuität sieht man innerhalb der gelatinösen Substanz zahlreiche Querdurchschnittsflächen von dünnen Längsfaserbündeln, bei *24, 24, 24, 24,* oft reihenweise in der Richtung von hinten nach vorn stehend, oft in mehr unregelmässiger Weise neben einander. Auch Querdurchschnittsflächen von isolirten auffallend dicken Längsfaserbündeln, bei *25, 25,* kommen in fast jedem Querabschnitte des Rückenmarks vor. Ausser den Fasern erscheinen in der gelatinösen Substanz an den verschiedensten Stellen grosse vereinzelte Nervenzellen, bei *26, 26, 26;* oft liegen diese sehr auffallend zwischen den halbkreisförmig verlaufenden Fasern der gelatinösen Substanz, oft weiter nach vorn, oft ganz an der hinteren Gränze unmittelbar die weisse Substanz berührend.

Schliesslich bemerke ich noch zur Erklärung dieser Abbildung, dass eine scharfe Sonderung der weissen und grauen Substanz zwar an den meisten Punkten in die Augen springt, dass die weissen Vorder- und Hinterstränge von einander scharf gesondert erscheinen, dass auch die weissen Hinterstränge an sich überall scharfe Gränzen darbieten und namentlich von dem hintersten Theil der Seitenstränge, ausser der Eintrittstelle der hinteren Nervenwurzeln, auch noch durch einen oft sehr dicken Fortsatz der Pia mater (hier von *B*[1], *P, m, O, 23* sich erstreckend) getrennt werden; dass aber die weissen Vorderstränge von den Seitensträngen nur selten scharf geschieden erscheinen, ihre Gränze nur imaginär ist, eben so wie die Abgränzung der grauen Vorderhörner von den grauen Hinterhörnern nur eine willkürliche, ohngefähre, imaginäre, in der Natur nicht bestehende ist.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der zweiten bis zehnten Tafel.

Die sämmtlichen Figuren dieser Tafeln stellen Querabschnitte des in Chromsäure gehärteten und nachher in Weingeist aufbewahrten Rückenmarks, in seinen verschiedenen Höhen, 15-fach linearisch vergrössert dar. Die Zeichnungen dieser Abschnitte wurden unter dem grossen Schiek'schen Mikroskope bei Ocular O und Objectivlinse Nr. 1 in übrigens gleicher Weise angefertigt, wie die Zeichnung zur ersten Tafel, mit dem Unterschiede, dass das, auf dem zur Aufnahme der Zeichnung dienenden Papier vorher aufgetragene, Netz von Quadrat-Linien nur Quadrate enthielt, deren jede Seite blos 15-fach grösser war, als die Seite jedes derjenigen Quadratnetze, die auf der Glastafel befindlich waren, welche unter dem Mikroskop über das Präparat hergelegt, und auf diesem (resp. auf dessen Deckplättchen) mit Gummi oder Siegellack befestigt worden war, wie bei der Erklärung der ersten Tafel angegeben worden ist. Die sämmtlichen Figuren dieser Tafeln sind daher durchaus nicht als Skizzen oder als schematische Zeichnungen zu betrachten, sondern sie sind photographisch genauen Darstellungen der natürlichen Querabschnitte in 15-facher Vergrösserung gleich zu achten. Nicht ein Punkt, nicht ein Strich, wurde angegeben, der nicht in den betreffenden Präparaten enthalten war, und wenn Viele glauben, dass die hier abgebildeten Querabschnitte nicht so scharf und deutlich unter dem Mikroskope erschienen, als auf den Abbildungen, so muss ich auch hier zu wiederholten Malen bemerken, dass die von mir gefertigten Querabschnitte unter dem Mikroskope weit schärfer, klarer und schöner erscheinen, als dieses in den Abbildungen der Fall ist, und dass die Abbildungen nur einen schwachen Ausdruck dessen geben, was das mikroskopische Bild darbietet. Die fünfzehnfache Linearvergrösserung für die Zeichnungen dieser Tafeln ist zwar eine unverhältnissmässig geringe im Vergleich zu der 50-fachen der ersten Tafel; es wurde aber diese geringe Vergrösserung für diese Abbildungen aus dem Grunde gewählt, weil eine Anfertigung aller Figuren in 50-facher Linearvergrösserung ein so kostspieliges Unternehmen gewesen wäre, dass eine Publication meiner Schrift dadurch zur Unmöglichkeit hätte werden müssen. Ausserdem aber genügen auch die 15-fach vergrösserten Abbildungen vollkommen den verschiedenen Zwecken der Wissenschaft, insbesondere da die ausgeführten Einzelnheiten der ersten Tafel immer als Vergleich für die weniger auffallenden und, der Natur der Sache nach, weniger ausgeführten und weniger klar hervortretenden Einzelnheiten der in kleinerem Maassstabe vergrösserten Figuren benutzt werden, die Mängel der kleinen Abbildungen also durch die Vollkommenheiten der grossen Tafel ergänzt werden können. Für denjenigen Forscher, welcher also nicht selbst die Untersuchungen des Rückenmarks unternimmt, und der nur eine mehr oder weniger genaue Kenntniss der von mir beschriebenen Thatsachen zu erlangen sucht, werden die Abbildungen im verkleinerten Maassstab den beabsichtigten Nutzen vollkommen gewähren. Diejenigen Forscher dagegen, welche mit Messer und Mikroskop, die betreffenden Gebilde selbst durchforschend und meine Angaben prüfend, eine möglichst genaue Kenntniss der Organisation jener Gebilde erstreben, diese Forscher werden immerhin einen treuen Anhaltspunkt in jedem Bilde finden, und einen Leiter, welcher sie auf den ersten Schritten dieser schwierigen und dunklen Bahn mit aller Sicherheit vorwärts zu führen im Stande ist.

Ich habe in den folgenden Tafeln gewissermaassen den Bauplan des Rückenmarks in den Querdurchschnitts-Ansichten seiner verschiedenen Höhen, Provinzen oder Etagen gegeben, wie sich solcher am Rückenmark des Menschen und des Kalbes (Ochsen) beobachten lässt. Die Rückenmarke noch mehrerer Säugethiere hier bildlich in dieser Weise darzustellen, habe ich aus dem Grunde unterlassen, weil dadurch ebenfalls eine grosse und dabei wenig nützliche Vertheuerung meiner Schrift, und ein Hinderniss ihrer Veröffentlichung entstanden wäre; um so mehr, als im Wesentlichen der Bau des Rückenmarks bei den verschiedenen von mir untersuchten Säugethier-Species ein gleicher ist. Ich habe aber das Rückenmark des Menschen und des Kalbes aus dem Grunde vor allen anderen ausgewählt, weil die genaue Kenntniss des Baues des menschlichen Rückenmarks für den Arzt wie für den Naturforscher die bei weitem grösste Wichtigkeit besitzt; das Rückenmark des Kalbes (des Ochsen, der Kuh) habe ich aber aus dem Grunde zum Vergleich mit dem menschlichen Rückenmarke genommen, weil eben das Kalbsrückenmark sich zur feineren anatomischen Untersuchung, meinen Erfahrungen zufolge, weit besser eignet, als das Rückenmark irgend eines anderen Säugethiers, und zwar seiner vorzüglichen Derbheit und natürlichen Härte wegen, neben einem verhältnissmässig sehr grossen Volumen desselben. Ich habe bei keinem anderen Säugethier ein Rückenmark gefunden, das sich so gut zur Untersuchung im frischen Zustande, ohne alle künstliche Härtung, eignete, als das Kalbs-Rückenmark. Man braucht nur ein

Schaafs- oder Schweins-Rückenmark mit dem eines Kalbes zu vergleichen, und man wird die auffallende Verschiedenheit in der Derbheit und Härte des Kalbs-Rückenmarks im Vergleich zu der Weichheit und fast Zerfliessbarkeit des Schweins- und Hammels-Rückenmarks in den meisten Fällen erkennen. Ein anderer Grund bestimmte überdies meine Wahl des Kalbs-Rückenmarks: dies ist die täglich fast in jeder Stadt dem Arzte gebotene Gelegenheit sich das Rückenmark dieses Thieres zu verschaffen, dessen Entfernung aus dem Wirbelcanal, ohne alle Verletzung des Markes selbst, leichter als bei irgend einem anderen Thiere bewerkstelligt werken kann. Hiermit ist also einem Jeden, welcher meine Untersuchungen prüfen will, die Erlangung des Objects zur Prüfung ohne alle Schwierigkeiten möglich gemacht.

Die beiden Tafeln (zweite und dritte) stellen die Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks dar, die vierte bis zehnte Tafel stellen die Querdurchschnittsflächen des Kalbsrückenmarks dar. Ich habe bei der Auswahl der Querabschnitte dafür Sorge getragen, dass für jede auffallende Abweichung im Bau einer Provinz des Rückenmarks von der andern auch eine besondere bildliche Darstellung gegeben werde, dergestalt, dass man in den gegebenen Abbildungen alle, oder fast alle die verschiedenen Formen, welche bei der Untersuchung des Rückenmarks in seiner ganzen Länge auf Querabschnitten erscheinen, auf das Genaueste ausgedrückt findet.

In den sämmtlichen Figuren dieser neun Tafeln sieht man nur die rechte Seitenhälfte sorgfältig ausgeführt, die linke Seitenhälfte nur in Contouren gezeichnet, aus dem nämlichen Grunde, welcher bei Erklärung der ersten Tafel angegeben worden ist. Die Buchstaben in der linken Seitenhälfte bezeichnen daher zugleich die in der rechten Hälfte erscheinenden Theile.

Erklärung der zweiten Tafel.

Die auf dieser Tafel enthaltenen Abbildungen stellen die 15-fach linear vergrösserten Querabschnitte oder Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks von der Gegend des Ursprungs des dritten Halsnervenpaars an abwärts bis zu der Gegend des Ursprungs des eilften Dorsalnervenpaars dar. Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel, wie diejenigen der folgenden dritten Tafel, sind nach den Querabschnitten eines und desselben menschlichen Rückenmarkes angefertigt. Das letztere ward von einem an Bronchitis nach kurzer Krankheit gestorbenen 5 Jahre alten Kinde, sechs Stunden nach erfolgtem Tode, genommen, und es wurde gerade dieses Rückenmark zu den Abbildungen ausgewählt, weil es von zahlreichen menschlichen Rückenmarken, die zu meinen Untersuchungen benutzt wurden, bei weitem das vollkommenste war, in Bezug auf den Mangel jeder Veränderung durch Verwesung, jeder Verletzung bei seiner Entfernung aus der Wirbelsäule, sowie in Bezug auf seine vortrefflich gelungene Härtung in Chromsäure und nachher in Weingeist, und in Bezug auf die Trefflichkeit der daraus angefertigten Querabschnitte. Da in dem Rückenmarke eines mehrere Jahre alten Kindes die morphologischen Verhältnisse sich eben so wenig von denen in Rückenmarken Erwachsener zu beobachtenden wesentlich unterscheiden, wie die histologischen Verhältnisse des ersteren von denen des letzteren wesentlich abweichen, so kann man es nicht als einen Mangel betrachten, dass ich die Abbildungen nicht nach Querabschnitten aus dem Rückenmarke eines völlig ausgewachsenen Menschen gegeben habe. Wer übrigens hier dennoch einen Mangel erkennen wollte, der findet in den Abbildungen der 24. Tafel, welche die Querdurchschnittsflächen des menschlichen Rückenmarks verschiedener Höhen vom Erwachsenen (Mann, Frau) in natürlicher Grösse darstellen, einen völlig genügenden Ersatz. Die Abbildungen beginnen ausserdem in der Höhe des dritten Halsnervenpaars und nicht in der Höhe des ersten oder zweiten Halsnervenpaars aus dem Grunde, weil ich bereits in meiner Schrift über die Medulla oblongata (1843) Abbildungen von Querabschnitten des Rückenmarks und verlängerten Marks aus der Gegend des ersten und zweiten Halsnervenpaars gegeben habe; hauptsächlich aber aus dem andern folgenden Grunde, weil ich auf der 21. Tafel eine 26-fach linear vergrösserte Abbildung eines Querabschnitts des menschlichen Rückenmarks aus der Höhe des zweiten (resp. ersten) Halsnervenpaars mittheilen werde, durch welche also eine Abbildung in verkleinertem Maassstabe auf dieser Tafel ganz überflüssig erscheinen müsste.

Fig. 1. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher das dritte Halsnervenpaar entspringt. Man sieht die vordere Oberfläche oder den vorderen Rand des Querabschnitts, bei *AA'*, zugleich als die vordere Gränze der weissen Vorderstränge dieses Gebietes;

die hintere Oberfläche, oder die hintere Gränze der weissen Hinterstränge sieht man bei *B*, *B'*; die äussere Gränze der Seitenstränge, *C C''*, welche von den weissen Hintersträngen zwar ziemlich scharf durch die hinteren Nervenwurzeln, nicht aber eben so scharf von den weissen Vordersträngen getrennt sind. Die Fissura longitudinalis anterior erscheint bei *a b*. Ihre Ausmündung auf der vorderen Rückenmarksfläche, bei *a;* ihr blindes Ende oder der Grund des vorderen Längsspalts ist bei *b* sichtbar. Der Centralcanal des Rückenmarks erscheint, bei *c*, mit einem dunklen breiten Saum, von einer ganz feinen, kaum erkennbaren helleren concentrischen Linie, in Form eines Ovals, umgeben; es ist dieses das Flimmercylinderepithelium des Canalis centralis, das bei 15-facher Vergrösserung in dieser Form sichtbar wird. Die Fissura longitudinalis posterior erscheint bei *d e*. Ihre Ausmündung an der hinteren Oberfläche des Rückenmarks, bei *e;* der Grund der hinteren Längsspalte, bei *d*, dicht hinter der Commissura posterior. Die Substantia gelatinosa centralis, bei *f*, zunächst um den Centralcanal herum, ist nur in geringer Menge sichtbar, und zeigt zunächt dem Centralcanal einige dunkle Stellen, in welchen man bei Anwendung der höheren Vergrösserung nur sehr dicht gelagerte Elemente der Substantia gelatinosa centralis erkennt. Die Commissura anterior ist bei *g;* die austretenden Fasern derselben, bei *h*, sieht man hier vielfach quer zwischen den weissen Vordersträngen hindurch strahlen, und zum Theil zu dem grauen Vorderhorn verlaufen. Die durch die eintretenden Fasern der vorderen Commissur abgeschnürten hintersten Bündel der weissen Vorderstränge erscheinen bei *i;* die Commissura posterior ist bei *k;* man sieht darin nur ein oder zwei Fragmente von Querfaserbündeln. Die weissen Vorderstränge sind bei *l l l;* die weissen Seitenstränge bei *m m;* die weissen Hinterstränge, bei *n n;* die grauen Vorderhörner, bei *o*, *o'*, *o''*, *o'''*; die grauen Hinterhörner, bei *p p*. Die gelatinöse Substanz, bei *q q*. Die hinteren Spinalnervenwurzeln, bei *D*. Zufällig sieht man an diesem Abschnitt kein äusserlich anhängendes Bündel vorderer Spinalnervenwurzeln, weil letztere sehr viel dünner sind an dieser Stelle als die vorderen, und deshalb bei Anfertigung der Querabschnitte leicht abreissen. Die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die weissen Vorderstränge, oder Querfasern, die aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge laufen, sieht man an sämmtlichen Gränzen der Vorderhörner, bei *h*, *r r*, *s s;* die zur vorderen Commissur verlaufenden, oder umgekehrt, sind bereits oben, bei *h*, bezeichnet worden; die von hinten nach vorn, gegen den Vorderrand des Abschnitts, oder gegen die vordere Oberfläche des Rückenmarks, verlaufenden Ausläufer, *r r*, sind Theile der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge; häufig genug sieht man sie in unmittelbarer Continuität mit äusserlich anhängenden Fragmenten oder Bündeln vorderer Nervenwurzeln. Die andern Ausläufer der Vorderhörner, welche nicht in centrale Bahnen vorderer Nervenwurzeln übergehen, sondern mehr quer von innen nach aussen verlaufen, bei *s*, *s*, sind Querfasern, welche in die longitudinale Richtung umbeugen, innerhalb der weissen Vorderstränge. Die Ausstrahlungen von Querfasern der grauen Vorderhörner in die Seitenstränge, bei *t*, *t*, *t*, sind ebenfalls nur Faserbündel, die aus der queren Richtung in die Längsrichtung umbeugen, an den Stellen, wo sie in der Querdurchschnittsfläche der Seitenstränge zu endigen scheinen. Einzelne abgeschnürte Bündel weisser Längsfasern der Seitenstränge, *u*, *u*, sieht man hier durch die zwischen ihnen hindurchstrahlenden Querfaserbündel der grauen Substanz erzeugt, welche, wie ein helleres Maschennetz gleichsam, die (dunkeln) Querdurchschnittsflächen der Längsfaserbündel umfassen. Querfaserbündel als Ausläufer der grauen Hinterhörner in die weissen Seitenstränge sieht man bei *v*, *v;* sie verhalten sich so wie die vorher beschriebenen anderen queren Ausläufer der grauen Substanz in die weissen Seitenstränge. Die Querfasern der weissen Hinterstränge erscheinen in verschiedener Form. Am auffallendsten als ein dickes Bündel in der Richtung von hinten nach vorn und innen laufend, sieht man die centrale Bahn der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, bei *w*, *w'*; andere kürzere oder längere Fragmente von Querfasern der weissen Hinterstränge, bei *x*, *x*, sind ebenfalls Theile der centralen Bahn hinterer Nervenwurzeln, weiter nach vorn; andere Querfasern, die fast quer von dem grauen Hinterhorn gegen die hintere Längsspalte hin verlaufen, sind als Ausstrahlungen von Querfasern der grauen Hinterhörner in die weissen Hinterstränge, bei *y*, anzusehen, welche innerhalb der letzteren in die longitudinale Richtung übergehen. In den grauen Vorderhörnern sieht man zwei oder drei Gruppen grosser Nervenzellen, *1*, *2*, *3*, oder *O*, *O'*, *O''*; die vordere oder innere Gruppe bei *1;* die hintere oder äussere Gruppe bei *2;* vereinzelte grosse Nervenzellen an mehreren Stellen.

Ausserdem sieht man Faserbündel in den verschiedensten Richtungen verlaufend, deren specielle Bezeichnung wegen Kleinheit der Figur nicht thunlich ist. Jedoch stechen einzelne dunklere Faserbündel, die von hinten nach vorn verlaufen, *z*, *z*, hervor, welche als die deutlichen Uebergänge von Querfasern aus den grauen Hinterhörnern in die grauen Vorderhörner betrachtet werden müssen. Eine dichter verfilzte und daher auf dem Querabschnitt etwas dunkler erscheinende Masse von Fasern der verschiedensten Richtungen im hinteren Theile der grauen Vorderhörner sieht man bei *; eine auffallende Gruppe von Nervenzellen im hinteren Theile des grauen Vorderhorns oder an der Basis des grauen Hinterhorns, der von mir so genannte Cervical-Kern, erscheint bei *10*. Querfasern die aus dem grauen Vorderhorn zur vorderen Commissur verlaufen, sieht man bei *3*; Querfasern, die aus dem grauen Hinterhorn zur hinteren Commissur treten, bei *4*. Fragmente von Blutgefässen, bei *5*. In den grauen Hinterhörnern sieht man Querfasern, die von hinten nach vorn verlaufen, bei *6*, identisch mit den oben durch *z z* bezeichneten Fasern, resp. mit den unmittelbaren Fortsetzungen der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln. Die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln dicht vor der gelatinösen Substanz, in grosser Menge, bei *p'*, oder mehr isolirt und in etwas dickeren Bündeln, zwischen *p' p* und *6*. Querfaserbündel, welche von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten, bei *7*; halbcirkelförmige Fasern der gelatinösen Substanz, bei *8*, *8*. Eine noch detaillirtere Bezeichnung einzelner Theile dieser und der folgenden Figuren scheint mir mehr zur Verwirrung als zur Erklärung zu führen. Die Hauptsache bleibt immer die Vergleichung dieser und aller folgenden kleinen Figuren, welche Querabschnitte des Rückenmarks darstellen, mit der grossen Tafel 1. Ich füge nur noch hinzu, dass in vielen der kleinen Figuren lange Risse oder Spalten, bei *9* in vorligender Figur, in den weissen Hintersträngen und in den übrigen weissen oder grauen Theilen des Rückenmarks erscheinen. Diese Spalten sind gewöhnlich von einem dickeren Fortsatz der Pia mater, oder von einem Blutgefässe theilweise ausgefüllt, und die Verbreiterung des Spalts entsteht durch die Wirkung der Chromsäure und des Weingeistes, welche die organischen Theile mehr oder weniger condensiren, und daher Spalten zwischen ihnen vergrössern.

Fig. 2. Querabschnitt aus der Gegend des Ursprungs des vierten Halsnervenpaars, nahe unter dem Ursprung des dritten Halsnervenpaars. Bei dieser und allen folgenden Figuren dieser Tafel wie der Tafel 3—10, bezeichnen die nämlichen Buchstaben und Zahlen auch die nämlichen Theile, und zwar wie folgt:

A. A'. Vordere Gränze der weissen Vorderstränge.
B. B'. Hintere Gränze der weissen Hinterstränge.
C. C'. Seitliche oder äussere Gränze der weissen Seitenstränge.
D. Hintere Spinalnervenwurzeln.
E. Vordere Spinalnervenwurzeln.
a. Vorderes Ende oder Anfang der Fissura longitudinalis anterior.
b. Grund oder hinteres Ende der Fissura longitudinalis anterior.
c. Centralcanal des Rückenmarks.
d. Grund oder vorderes Ende der Fissura longitudinalis posterior.
e. Hinteres Ende oder Anfang der Fissura longitudinalis posterior.
f. Substantia gelatinosa centralis.
g. Commissura anterior.
h. Austretende Fasern der Commissura anterior.
i. Hinterste Bündel der weissen Vorderstränge zwischen den zu der Commissura anterior gehenden Fasern.
k. Commissura posterior.
l. l. Weisser Vorderstrang.
m. m. Weisser Seitenstrang.
n. n. Weisser Hinterstrang.
o. o. Graues Vorderhorn.
p. p. Graues Hinterhorn.

q. q. Substantia gelatinosa.

r. r. Centrale vordere Nervenbahnen im weissen Vorderstrang, oder Ausläufer von Querfasern aus dem grauen Vorderhorn in den vorderen Theil des weissen Vorderstrangs.

s. s. Ausläufer des grauen Vorderhorns (Querfasern) in den seitlichen Theil des weissen Vorderstrangs.

t. t. Ausläufer des grauen Vorderhorns (Querfasern) in die weissen Seitenstränge.

u. u. Isolirte Bündel der weissen Seitenstränge zwischen den Ausläufern des grauen Vorderhorns.

v. v. Ausläufer des grauen Hinterhorns (Querfasern) in die Seitenstränge.

w. w. Centrale hintere Nervenbahnen in dicken Bündeln innerhalb der weissen Hinterstränge.

x. x. Querfasern der weissen Hinterstränge, in kürzeren oder längeren Fragmenten, von hinten nach vorn laufend, Fortsetzungen der centralen Bahn der hinteren Nervenwurzeln.

y. Ausläufer des grauen Hinterhorns in die weissen Hinterstränge und Querfasern derselben bildend, die in mehr querer Richtung von innen nach aussen laufen.

z. z. Querfasern der grauen Substanz, die von hinten nach vorn, aus den Hinter- in die Vorderhörner laufen, Verbindungsfasern der genannten grauen Hörner.

* Verfilzte Fasermassen der grauen Vorderhörner in verschiedenen Richtungen und in dickeren Bündeln.

1. Vordere oder innere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns.

2. Hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns.

3. Querfasern aus dem grauen Vorderhorn in die vordere Commissur eintretend.

4. Querfasern aus dem grauen Hinterhorn in die hintere Commissur eintretend.

5. Blutgefässe der grauen Substanz.

6. Querfasern des grauen Hinterhorns, die von hinten in gerader Richtung nach vorn verlaufen.

7. Querfasern, welche von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten.

8. Halbcirkelförmig verlaufende Querfasern der gelatinösen Substanz.

9. Spalten oder Risse in der weissen oder grauen Substanz, welche Pia-mater-Fortsätze oder Blutgefässe enthalten.

10. Gruppe grosser Nervenzellen am inneren Theil der hinteren Gränze der grauen Vorderhörner, resp. an der Basis der grauen Hinterhörner, Cervicalkern, Dorsalkern, Sacralkern.

11. Querdurchschnittsflächen isolirter in Halbkreisform aneinandergereihter Längsfaserbündel innerhalb oder hinter der Commissura anterior, nahe vor dem Centralkanal.

NB. Auf der Tab. III. sind diese Bündel mit *i* bezeichnet.

12. Besondere Gruppe von (mittelgrossen) sehr durchsichtigen Nervenzellen, an dem hinteren Ende des Seitenrandes der grauen Vorderhörner.

13. Querfaserbündel der grauen Substanz, in der Richtung von einer Seite zur anderen oder von innen quer nach aussen laufend, an der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns.

14. Besondere Gruppe grosser Nervenzellen im hinteren Theile des grauen Vorderhorns im oberen Sacraltheile des Menschen-Rückenmarks vorkommend (Fig. 16, Menschenrückenmark; Fig. 20, der IX. Tafel, Kalbsrückenmark).

Ich habe in dieser Figur die Substantia gelatinosa centralis nicht speciell bezeichnet, weil sie nur in unbedeutender Menge sichtlich ist. In der Commissura anterior, nahe vor dem Centralcanal, sieht man mehrere Querdurchschnittsflächen von isolirten Längsfaserbündeln der weissen Vorderstränge, als vier oder fünf dunkle Punkte, die ich nicht genauer bezeichnet habe, um den Raum nicht durch Anbringung zu vieler Zeichen undeutlich zu machen. Die am meisten in die Augen springenden Unterschiede dieser Figur von der vorigen (resp. der morphologischen Verhältnisse des Rückenmarks in diesem etwas tiefer liegenden Gebiete) bestehen 1) in der Flächeninhaltsvergrösserung der grauen Vorderhörner; 2) in der grösseren Zahl grosser Nervenzellen, welche in 4—5 besondere Gruppen geordnet erscheinen; 3) in der Volumszunahme der gelatinösen Substanz. Die übrigen Theile stimmen im Ganzen mit der vorigen Figur überein. Sehr deutlich sieht man die von hinten nach vorn laufenden Querfasern der grauen Hinterhörner theils in die hintere und vordere Commissur einstrahlen, theils in die grauen Vorderhörner in Continuität verlaufen. Im grauen Vorder-

horn, nahe an dessen vorderer Gränze, sind einige dunkle isolirte Punkte, die sich als Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln documentiren.

Fig. 3. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend des Ursprungs der oberen Wurzelfibrillen des sechsten Halsnervenpaars und der unteren Fibrillen des fünften Halsnervenpaars. Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in Figur 2. Die in dieser Figur nicht enthaltenen Bezeichnungen, z. B. 10, Gruppe grosser Nervenzellen an der Basis der grauen Hinterhörner, oder: 8, halbcirkelförmige Fasern der Substantia gelatinosa, u. s. w., deuten darauf hin, dass die betreffenden Theile in diesem Abschnitt in so wenig auffallender Weise vorhanden sind, dass ihre Bezeichnung nicht thunlich ist oder unterbleiben muss. Vergleicht man diese Figur mit der vorhergehenden, so findet man sehr bedeutende Verschiedenheiten, von denen folgende die bemerkenswerthesten sind: 1) Der Flächeninhalt der weissen wie der grauen Substanz ist bedeutend grösser. 2) Das graue Vorderhorn hat an Masse sehr zugenommen, und die Anzahl der grossen Nervenzellen in demselben ist bedeutend vergrössert. 3) Die centralen Bahnen der hinteren wie der vorderen Spinal-Nervenwurzeln sind bedeutend breiter, haben grösseren Flächeninhalt. Sehr deutlich sieht man in dieser Figur die Querfaserbündel der grauen Substanz, welche aus dem grauen Hinterhorn in das graue Vorderhorn, in der Richtung von hinten nach vorn, eintreten, Bündel, welche als Theile der centralen Bahn hinterer Nervenwurzeln anzusehen sind. Ferner sieht man andere Bündel quer laufender Fasern, die in der Richtung von einer Seite zur andern, von verschiedenen Punkten des grauen Hinterhorns und zum Theil auch des grauen Vorderhorns, sowohl gegen die Commissura anterior, wie gegen die Commissura posterior hin verlaufen. Wegen der geringen Vergrösserung ist auf der Abbildung der unmittelbare Uebergang der betreffenden Fasern in die Commissur nicht zu sehen.

Die in dieser Figur dargestellten Verhältnisse des Rückenmarksbaues finden sich im Ganzen genommen ziemlich übereinstimmend in allen Schichten des Rückenmarks, in der Gegend des Ursprungs des fünften und sechsten Halsnervenpaars. Jedoch bietet die Form des grauen Vorderhorns in den Schichten des Rückenmarks, aus welchen die unteren Fibrillen des sechsten und die oberen Fibrillen des siebenten Halsnervenpaars entspringen, eine auffallende Abweichung davon auf dem Querabschnitt. In diesem Gebiete zeigt nämlich die vordere Gränze des grauen Vorderhorns in der Mitte noch einen prismatischen, auf dem Querabschnitt also dreieckigen, Anhang oder Fortsatz, oder einen vorspringenden Theil, der wie ein Keil tief in die Substanz der weissen Vorderstränge hineinragt, auf dem Querabschnitt gleich einem Dreieck erscheinend, dessen Spitze gegen die vordere Oberfläche des Rückenmarks gerichtet ist, dessen Basis am Vorderrand des grauen Vorderhorns aufsitzt. Von diesem Verhalten findet man auf der 24. Tafel eine bildliche Darstellung in natürlicher Grösse. Auf der eben erklärten zweiten Tafel hat die bildliche Darstellung dieses Verhältnisses unterbleiben müssen, weil der Raum sonst nicht für die anderen nothwendigen Figuren hingereicht haben würde.

Fig. 4. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die mittleren Wurzelfibrillen des siebenten Halsnervenpaars entspringen. Buchstaben und Zahlen bezeichnen dieselben Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Auffallend, im Vergleich zur vorhergehenden Figur, ist in dieser Figur 4 der geringere Flächeninhalt der grauen Vorderhörner, die geringere Zahl der Nervenzellen. Sehr deutlich ist, wie auch in der vorigen Figur, die eigenthümliche Durchkreuzung der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, die dicken Bündel der von hinten nach vorn aus dem grauen Hinterhorn in das graue Vorderhorn verlaufenden Querfasern, das verfilzte Fasergewebe im grauen Vorderhorn u. s. w.

Fig. 5. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die unteren Wurzelfibrillen des siebenten Halsnervenpaars entspringen. Buchstaben, Zahlen und Zeichen bedeuten die nämlichen Theile, wie in den vorigen Figuren. Die Unterschiede dieser Figur von der vorhergehenden sind wenig auffallend. Einzelne Theile auch in dieser Figur sehr hervorstechend, z. B. die centrale Bahn der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *w*, *w*, *x*; ferner: die von hinten nach vorn aus den grauen Hinterhörnern in die grauen Vorderhörner einstrahlenden Bündel von Querfasern, *6*, *6*, *z z*; die breiten centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, u. s. w.

Fig. 6. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die oberen Wurzelfibrillen des achten Halsnervenpaars entspringen. Zeichen, Zahlen und Buchstaben

bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorausgegangenen Figuren. In dieser Figur findet man bereits eine sehr auffallende Verschiedenheit, besonders der grauen Substanz, von derjenigen der vorhergehenden Figur. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten bestehen 1) in der Verminderung des Flächeninhalts des grauen Vorderhorns, besonders der äusseren Gruppe seiner Nervenzellen; 2) in Verminderung des Flächeninhalts des grauen Hinterhorns; 3) in der Vergrösserung oder der auffallenderen Erscheinung der Dorsalkerne, *10;* 4) in dem Auftreten der neuen Gruppe von Nervenzellen, *12*, an der hinteren seitlichen Gränze des grauen Vorderhorns.

Fig. 7. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die oberen Wurzelfibrillen des ersten Dorsalnervenpaars entspringen. Zeichen und Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Auch diese Figur zeigt, verglichen mit der vorhergehenden, eine bedeutende Verschiedenheit von derselben. Die auffallendsten bestehen in: 1) einer sehr bedeutenden Verminderung des Flächeninhalts der weissen, wie insbesondere der grauen Substanz, sowohl in Vorder- wie in Hintersträngen; 2) Verminderung der Anzahl der Nervenzellen; 3) Vergrösserung der keilförmig in die weissen Seitenstränge sich eindrängenden Nervenzellengruppe, *12*, an der hinteren und seitlichen Gränze des grauen Vorderhorns, nächst der Mitte der Innengränze der weissen Seitenstränge.

Fig. 8. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des zweiten, dritten, vierten, fünften, sechsten, siebenten und achten Dorsalnervenpaars entspringen. Zahlen, Zeichen und Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren. Auch diese Figur bietet grosse Verschiedenheiten von den vorhergehenden, hauptsächlich aber 1) Verminderung des Flächeninhalts weisser und grauer Substanz in allen Strängen und Hörnern; 2) auffallende Vergrösserung des Dorsalkerns, *10*. In der unteren Abtheilung des Rückenmarksstücks, von welchem diese Figur die Querdurchschnittsfläche darstellt, nämlich in der Ursprungsprovinz des fünften, sechsten, siebenten und achten Dorsalnervenpaars, ist die Gruppe von Nervenzellen, welche mit *12* bezeichnet ist, allmählig weniger in die Seitenstränge vorspringend als in der Figur angegeben ist. Uebrigens aber zeigt ein jeder Querabschnitt aus dem ganzen bezeichneten Rückenmarksgebiet wesentlich die in der Abbildung dargestellten Verhältnisse. Alle die in den bisher beschriebenen Figuren dargestellten Organisations-Verschiedenheiten treten aber nie plötzlich auf, sondern ganz allmählig von einer Horizontalebene zur anderen auf- oder abwärts, dergestalt, dass die am meisten benachbarten Schichten des Rückenmarks auch die geringsten Abweichungen in der Organisation zeigen, und umgekehrt.

Fig. 9. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des neunten, zehnten und eilften Dorsalnervenpaars entspringen. Bezeichnung wie in den vorhergehenden Figuren. Der Unterschied dieser Figur von der vorhergehenden ist nicht sehr bedeutend; es zeigen sich die Nervenzellen im grauen Vorderhorn in noch geringerer Anzahl, dagegen der Dorsalkern *(10)* auffallend entwickelt; die andere Gruppe der Nervenzellen *(12)* im hinteren und seitlichen Theil des grauen Vorderhorns aber wieder sehr vermindert.

Erklärung der dritten Tafel.

Ich habe die Figuren der zweiten und dieser dritten Tafel mit fortlaufenden Nummern bezeichnet, weil sie die bildlichen Darstellungen eines und desselben Rückenmarks sind.

Fig. 10. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die oberen Fibrillen des zwölften Dorsalnervenpaars entspringen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen dieselben Theile, wie in den vorigen Figuren. Diese Figur zeichnet sich von der vorhergehenden durch die Zunahme des Flächeninhalts der grauen Substanz, insbesondere des grauen Vorderhorns und der Basis des grauen Hinterhorns aus. Dagegen sind von der besonderen Gruppe grosser Nervenzellen, *12*, in dem seitlichen und hinteren Theile des grauen Vorderhorns, welche in den vorigen Figuren (6 bis 9) so auffallend war, hier kaum noch Spuren zu erkennen.

Fig. 11. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher das dritte Lumbal-Nervenpaar entspringt. Buchstaben etc. bedeuten die nämlichen Theile, wie in den vorigen Figuren. Diese Figur kann als der Repräsentant des Organisations Verhältnisses des Rückenmarks in Querabschnitten aus der oberen Hälfte der Lendenanschwellung angesehen werden. Vergleicht man diese

Figur mit der vorhergehenden, so findet man eine sehr bedeutende Verschiedenheit, die jedoch nicht plötzlich auftritt, sondern ganz allmählig vom zwölften Dorsalnervenpaar an abwärts sich ausbildet. Am hervorspringendsten ist die Zunahme der grauen Substanz in Hinter-, Vorderhörnern und gelatinöser Substanz, während die weisse Substanz eher ab- als zugenommen zu haben scheint. An dieser Figur sind besonders bemerkenswerth: die Faserzüge, *6*, *6*, *z*, welche aus den grauen Hinterhörnern in dicken Bündeln in Continuität in die grauen Vorderhörner einstrahlen, und zum Theil auch in die Nervenzellengruppe, welche als der unterste Theil der Dorsalkerne oder als der Lumbalkern, *10*, bezeichnet werden kann, sich einsenken. Auch diese Nervenzellengruppe zeigt sich in diesen Schichten sehr entwickelt. Ferner ist die Commissura anterior, *g*, bedeutend faserreicher, und in allen ihren Durchmessern, im Vergleich zu den vorhergehenden acht Figuren, vergrössert. Auch die aus der Commissura anterior austretenden Fasern, *h*, welche die inneren und hinteren Theile der weissen Vorderstränge quer durchsetzen, und sich gegen die grauen Vorderhörner hinwenden, theilweise in sie eintreten, sind hier ganz besonders zahlreich und auffallend. Die Commissura posterior, *k*, ist noch eben so schmal, wie in den vorigen Figuren; auch die Substantia gelatinosa centralis, welche ich, um das Bild nicht mit Buchstabenbezeichnungen zu überladen und zu verwirren, hier und in einigen vorhergehenden Figuren gar nicht mit den ihr zukommenden Buchstaben bezeichnet habe, die aber in jeder Figur zunächst um die Epithelialschicht des Centralcanals herumgelagert ist, — erscheint in eben so geringer Masse, als in den nächsten vorhergehenden Figuren.

Fig. 12. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher das vierte Lumbalnervenpaar entspringt. Buchstaben und Zahlen wie in der vorigen Figur. Diese Abbildung kann als die Darstellung des Organisationsverhältnisses des Rückenmarks gelten, wie solches sich in der Mitte der Lendenanschwellung auf dem Querabschnitt zeigt. Im Vergleich zu der vorhergehenden Figur erscheinen hier bedeutende Verschiedenheiten, deren hauptsächlichste in Folgendem bestehen: 1) Die Commissura anterior, *g*, hat besonders in ihrem geraden Durchmesser von vorn nach hinten auffallend sich vergrössert. 2) Die Faserzüge, welche aus den grauen Hinterhörnern, in gerader Richtung oder etwas bogenförmig oder S-förmig, von hinten nach vorn in die grauen Vorderhörner verlaufen, und welche die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, oder Theile der centralen hinteren Nervenbahnen innerhalb der grauen Hinterhörner, *6*, *6*, *6*, *6*, sind, erscheinen noch weit zahlreicher als in der vorigen Figur, und eben so deutlich in Bündeln in Continuität sichtbar. 3) Von der Nervenzellengruppe, welche im Dorsaltheil als Dorsalkern, im oberen Lumbaltheil des Rückenmarks als Lumbalkern *(10)* bezeichnet wurde, ist hier keine Spur vorhanden. 4) Die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, sind höchst zahlreich. 5) Die Masse der grauen Vorderhörner ist bedeutend grösser als in der vorhergehenden Figur, die Zahl der Nervenzellen darin überwiegend. Insbesondere ist die hintere oder äussere Gruppe der grossen Nervenzellen der grauen Vorderhörner, *2*, in hohem Grade entwickelt, und scheint aus drei verschiedenen Gruppen zusammengesetzt zu sein. Von der Nervenzellengruppe am hinteren seitlichen Theil der grauen Vorderhörner (mit *12* in den Figuren 9, 8, 7 etc. bezeichnet) ist auch in diesen Schichten eben so wenig etwas zu sehen, als in den durch Fig. 10—11 dargestellten. 6) Dagegen treten die durch die Ausläufer der grauen Substanz in die Seitenstränge von den letzteren abgeschnürten Bündel, oder die isolirten Längsfaserbündel der Seitenstränge nächst der grauen Substanz, *u u*, wieder etwas zahlreicher hervor. 7) Auch sieht man unmittelbar bei *p* einige dunkle Punkte; es sind dieses die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln innerhalb der grauen Hinterhörner. 8) Auch ist die gelatinöse Substanz, wie das ganze Hinterhorn in dieser Figur, von grösserem Flächeninhalt, als in der vorhergehenden. Alle diese Veränderungen treten von dem oberen Anfang der Lendenanschwellung bis zu deren Mitte hin niemals plötzlich auf, sondern in ganz allmähligen Uebergängen von einer Horizontalebene zur andern.

Fig. 13. Querabscnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des fünften Lumbalnervenpaars entspringen. Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile wie in den vorigen Figuren. Diese Figur kann als die bildliche Darstellung der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks innerhalb der unteren Hälfte der Lendenanschwellung, von der Mitte derselben an abwärts, betrachtet werden. Auch in dieser Provinz des Rückenmarks, wie in allen übrigen, bilden sich die Verschiedenheiten in der Organisation durch ganz allmählige Uebergänge; diese

Bemerkung möge hier, ein für alle Mal, auch für die sämmtlichen folgenden Figuren gesagt sein. Die hauptsächlichsten Veränderungen, welche in dieser Figur bei einem Vergleiche mit der vorhergehenden auffallen, bestehen in Folgendem: 1) Die weisse Substanz zeigt in allen Strängen einen geringeren Flächeninhalt. 2) Die graue Substanz im Gegentheil zeigt einen grösseren Flächeninhalt. 3) Man verfolgt Bündel von Querfasern aus den grauen Hinterhörnern bis in die Vorderhörner in ungetrennter Continuität, *6*, *6*, *6*, *6**, bis in die Nähe des Vorderrandes des grauen Vorderhorns, oder bis zu dem Gebiete der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln hin, in einer so auffallenden Continuität, und in so dicken Bündeln, wie das bei keiner der vorausgegangenen Figuren der Fall ist, und auch in keinem andern Gebiete des Rückenmarks in solcher Weise gefunden wird, als gerade in diesem und dem zunächst nach abwärts folgenden. Man sieht in diesen Bündeln die Theile der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, welche quer durch die grauen Hinter- und Vorderhörner in das Gebiet der centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln verlaufen, bei *6**. Ferner erscheint 4) die Substantia gelatinosa, *q q*, von grösserem Flächeninhalt als in der vorigen Figur, und ihre äussere Abtheilung der hinteren Oberfläche des Rückenmarks so nahe gerückt, dass sie fast einen Theil der Oberfläche selbst bildet, und jedenfalls nur von einer ganz dünnen Schicht weisser Substanz von der Rückenmarksoberfläche getrennt ist. 5) Auch die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, *r*, *r*, *r*, innerhalb der weissen Vorderstränge, erscheinen noch dicker und breiter als die nämlichen Theile der vorhergehenden Figur. 6) Die Nervenzellengruppen im grauen Vorderhorn, *1*, *2*, sind anders angeordnet, als in der vorigen Figur, auch zum Theil reicher an Nervenzellen. Die innere oder vordere Gruppe, *1*, ist weiter gegen die vordere Rückenmarksoberfläche vorgeschoben; die hintere oder äussere Gruppe, *2*, ist etwas weiter nach hinten und aussen gerückt, und bildet eine halbkugelförmige Vorragung *(2)* in die Seitenstränge. Ein auffallendes Querfaserbündel grauer Substanz, welches in fast gerader Linie von innen nach aussen läuft, und hinter der äusseren (hinteren) Gruppe grosser Nervenzellen des Vorderhorns her strahlt, ist bei *13* sichtbar. 7) Die vordere Commissur, *g*, stellt eine regelmässigere fast T-förmige Masse von verflochtenen Kreuzungsfasern dar als in den vorigen Figuren; und hinter ihr, vor dem Canalis centralis, sieht man mehrere, in einem Halbkreis stehende Querdurchschnittsflächen feiner Längsfaserbündel, die aus den hintersten Theilen der Vorderstränge isolirt sind.

Fig. 14. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des ersten Sacralnervenpaars entspringen. Buchstaben und Zahlen wie in den vorigen Figuren. Diese Figur kann als die bildliche Darstellung der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks innerhalb des unteren Viertels der Lendenanschwellung betrachtet werden. Im Ganzen herrscht zwischen dieser Figur und der vorhergehenden eine grosse Aehnlichkeit oder Uebereinstimmung, wenngleich der Flächeninhalt des ganzen Abschnitts in der 13. Figur grösser ist. Die Verschiedenheiten von der letzteren lassen sich der Hauptsache nach im Folgenden zusammenfassen: 1) Der Flächeninhalt der vorderen Commissur, *g*, die hier übrigens nicht mit ihrem Buchstaben bezeichnet ist, um Ueberfüllung mit Zeichen zu vermeiden, die aber nach dem Vorausgegangenen gar nicht verkannt werden kann, zeigt einen geringeren Flächeninhalt als in der 13. Figur, ist kürzer in der Richtung von vorn nach hinten. 2) Die hintere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, des grauen Vorderhorns, ragt etwas mehr nach hinten und aussen in die Seitenstränge hinein. 3) Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, des grauen Vorderhorns scheint noch ausgebreiteter, oder aus noch mehr kleineren Gruppen zusammengesetzt. 4) Die centralen hinteren Nervenbahnen innerhalb der weissen Hinterstränge, *w*, *x*, in sehr auffallender Continuität mit den hinteren Nervenwurzeln. 5) Die Querfasern der grauen Substanz, *6*, *6*, *6*, *6*, welche aus dem grauen Hinterhorn in das graue Vorderhorn verlaufen, erscheinen in auffallend langen Strecken in Continuität und in dicken Bündeln, welche in die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge einstrahlen, *6+*, *6**, in ununterbrochener Continuität von der Basis des grauen Hinterhorns bis zum Vorderrande des grauen Vorderhorns. 6) Sehr auffallend ist hier noch die Kreuzung der Querfaserbündel an der Basis des grauen Hinterhorns, zwischen *z*, *6* und *4*, welche in S-förmigen, aber entgegengesetzten Richtungen sich hier untereinander kreuzen. Diese Bündel sind Theile der centralen Bahn hinterer Nervenwurzeln, welche von verschiedenen Punkten des grauen Hinterhorns hier in verschiedener Richtung zusammenkommen, und in verschiedener Richtung nach

ihrer Durchkreuzung weiter gehen. 7) Die Querdurchschnittsflächen isolirter Bündel von Längsfasern innerhalb der grauen Hinterhörner (bei *p*) vor der gelatinösen Substanz, als dunkle, reihenweise an einander liegende Punkte (Convexität der Reihe nach vorn), sind hier zahlreicher als in der 13. Figur. 8) Die Querfaserzüge an der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns, bei *13*, in gleicher Höhe fast mit dem Centralcanal, quer gerade von innen nach aussen tretend, dicht hinter der hinteren Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, sind auch hier sehr auffallend.

Fig. 15. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des zweiten Sacralnervenpaars entspringen. Buchstaben und Zahlen wie in den vorigen Figuren. Man kann diese Figur auch als Repräsentant der Organisation des unteren Sechstheils der Lendenanschwellung des Rückenmarks betrachten. Im Ganzen genommen findet man die nämlichen Verhältnisse, wie in der vorigen Figur. Die Verschiedenheiten derselben bestehen in Folgendem: 1) Die hintere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, ragt weniger nach hinten und aussen in die Seitenstränge hinein, ist vielmehr ähnlicher der entsprechenden Gruppe in Fig. 13; auch sie scheint aus mehreren kleineren Gruppen von Nervenzellen zusammengesetzt. 2) Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, erscheint noch deutlicher aus zwei kleineren Nervenzellengruppen zusammengesetzt. 3) Die Querdurchschnittsflächen der Längsfaserbündel an der Basis der grauen Hinterhörner (bei *p*), erscheinen noch dicker und zahlreicher. Auch einige innerhalb der Substantia gelatinosa (zwischen *7* und *7*). 4) Die vordere Commissur (*g*, nicht bezeichnet) erscheint etwas breiter. Besonders bemerkenswerth in dieser Figur sind wieder die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der grauen Substanz, *6*, *6*, *6*, *6+*, *6**; man sieht dicke Bündel, in langen Strecken, in ununterbrochener Continuität, aus dem grauen Hinterhorn bis in die centrale Bahn vorderer Nervenwurzeln, oder wenigstens bis in deren grösste Nähe übergehen.

Fig. 16. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die oberen Fibrillen der Nervenwurzeln des dritten Sacralnervenpaars entspringen. Diese Figur kann als der Repräsentant der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks im oberen Theil des Conus medullaris betrachtet werden. Buchstaben und Zahlen wie in den vorigen Figuren. Man findet auffallende Verschiedenheiten im Vergleich zu der vorher beschriebenen Figur. 1) Eine bedeutende Verminderung der grauen wie der weissen Substanz. 2) Der Flächeninhalt der vorderen Commissur, *g*, kleiner. 3) Die hintersten isolirten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, hinter der vorderen Commissur, in eine schöne, regelmässige, bogenförmige Reihe, mit nach vorn gewandter Concavität, jedoch auf engerem Raum, aneinader gedrängt. 4) Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, grösser, und mit zahlreicheren Zellen versehen. Dagegen 5) die hintere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, des grauen Vorderhorns bedeutend verkleinert. 6) Eine neue Gruppe grosser Nervenzellen, *14*, tritt in einigen Ebenen dieser Provinz auf, dicht neben der hinteren Gruppe, an deren Innenseite anliegend. 7) Die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln in den grauen Hinterhörern, bei *p*, sind in geringerer Zahl vorhanden. Sehr auffallend dagegen ist die Kreuzung der centralen Bahn der hinteren Nervenwurzeln, an der Basis der grauen Hinterhörner (zwischen *z*, *6*, *4*). Ferner sehr auffallend die aus dem grauen Hinterhorn in das graue Vorderhorn bis in die centrale Bahn der vorderen Nervenwurzeln in Continuität übertretenden centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, *6*, *6*, *6+*, *6**. Auch die halbcirkelfömigen Fasern der gelatinösen Substanz, *8*, *8*, sind in dieser Figur, wie in den fünf vorhergehenden Figuren, deutlich. Endlich findet man noch am hinteren Theil des grauen Vorderhorns, resp. an der Basis des grauen Hinterhorns, schräg von hinten nach vorn und innen laufende Querfasern, welche von der Basis des Hinterhorns aus in die Commissura anterior verlaufen, *13*, *13*. Manche dieser Faserbündel gehen auch zu der Commissura posterior.

Fig. 17. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die mittleren Wurzel-Fibrillen des dritten Sacralnervenpaars entspringen. Bezeichnung wie in den vorigen Figuren. Diese Figur weicht von der vorhergehenden durch den allgemein verminderten Flächeninhalt ab, und auch noch ausserdem in folgenden besonderen Beziehungen: 1) Das graue Hinterhorn erscheint im Ganzen geringer an Flächeninhalt; weniger das graue Vorderhorn. 2) Die Anzahl der Nervenkörper im grauen Vorder-

horn ist vermindert. Die vordere innere Gruppe besonders ist viel kleiner als in den vorhergehenden vier Figuren; die hintere oder äussere Gruppe dagegen ist grösser als in der unmittelbar vorhergehenden Figur. 3) Die Breite der Commissura posterior, in der Richtung von vorn nach hinten, nimmt zu. 4) Der Durchmesser des Canalis centralis von vorn nach hinten ist vergrössert. 5) Die beiden Längsspalten sind auffallend kleiner. Sehr in die Augen springend an diesem Querabschnitt sind folgende Theile: 1) Die aus den grauen Hinterhörnern in die grauen Vorderhörner eintretenden Querfasern, *6*, *6*, *z*, zeigen verschiedene auffallende Richtungen; einzelne verlaufen in Bündeln zu der hinteren Gruppe grosser Nervenzellen, *6*, *6*, *2*; andere verlaufen mehr gerade von hinten nach vorn in die Mitte des grauen Vorderhorns, *6*, *6*, *z*, *6*; andere verlaufen mehr bogenförmig von aussen nach innen, und treten in die hintere Commissur ein, in der Richtung von *p*, *6*, *k*; noch andere laufen in ähnlicher Richtung weiter nach vorn und treten in die Commissura anterior ein, in der Richtung von *13*, *z*, *c* oder *i*. 2) Die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln an der Basis der Hinterhörner, bei *p*, sind in höchst unbedeutender Menge und nur von sehr geringem Durchmesser vorhanden. 3) Die hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, hinter der Commissura anterior und vor dem Canalis centralis, bilden einen fast regelmässigen Halbkreis dicht an einander liegender dunkler Punkte; ähnlich wie in der vorhergehenden Figur. 4) Am vorderen Ende des Innenrandes des grauen Vorderhorns erscheint eine kleine Gruppe grosser Nervenzellen, *15*, die in der vorigen Figur nicht sichtbar ist, obwohl zerstreute grosse Nervenzellen an dieser Stelle in dem Vorderhorn sämmtlicher Figuren vorausgesetzt werden müssen, wenn solche auch nicht in der Zeichnung wieder gegeben sind. Die übrigen Organisationsverhältnisse, welche in dieser Figur dargestellt sind, erklären sich nach dem Vorausgegangenen.

Fig. 18. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die untersten Fibrillen der Wurzeln des dritten Sacralnervenpaars entspringen. Bezeichnung wie in den vorigen Figuren. In dieser Figur erscheint, im Vergleich mit der vorhergehenden, eine noch grössere Abnahme des Gesammtflächeninhalts, wie der einzelnen weissen und grauen Substanzen, am meisten des grauen Vorderhorns. Die vordere oder innere Gruppe der grossen Nervenzellen, *1*, ist fast verschwunden; die hintere äussere Gruppe der grossen Nervenzellen, *2*, erscheint noch unvermindert; am vordersten Theil des Innenrandes des grauen Vorderhorns zeigt sich eine kleine Gruppe grosser Nervenzellen, *15*, die aber kaum als besondere Gruppe angesprochen werden kann. Die Fissura longitudinalis anterior, *a b*, und die Fissura longitudinalis posterior, *d e*, erscheinen bedeutend kleiner, als in den vorhergehenden Figuren. Der Centralcanal, *c*, zeigt dagegen seinen Durchmesser von vorn nach hinten vergrössert. Die Commissura posterior, *k*, bedeutend verbreitert, d. h. der Zwischenraum zwischen Centralcanal und dem Grunde der hinteren Längsspalte ist grösser als in der vorigen Figur. In der Commissura posterior gewahrt man einige dickere, anscheinend parallele, Querfaserbündel, welche von der Basis der grauen Hinterhörner herkommen, *4*. — Ausserdem sieht man in der Commissura posterior auch Faserbündel, welche von hinten nach vorn verlaufen und mit den Querfaserbündeln der hinteren Commissur eine vollständige Kreuzung in fast rechten Winkeln erzeugen, bei *k*. Unmittelbar den Centralcanal umgränzend, sieht man eine ovale Masse dunkler Substanz, bei *c*, ein Theil der Substantia gelatinosa centralis, auch in früheren Figuren, jedoch nicht in so auffallender Menge, den Centralcanal umgebend. Es sind dieses sehr dicht gelagerte und vielfach verflochtene Elemente der Substantia gelatinosa centralis. — Zunächst dieser dunkleren Masse verlaufen Querfasern von hinten nach vorn, zu beiden Seiten des Centralcanals (zwischen *c* und *k*), mehr oder weniger paralell, welche aus den grauen Hinterhörnern kommen und in die Commissura anterior übergehen, zwischen *k*, *c*, *i*. — Die in halbcirkelförmiger Reihe geordneten Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, sind auch in dieser Figur sehr auffallend. — Nicht minder deutlich erscheinen die in dicken Bündeln aus den grauen Hinterhörnern in die grauen Vorderhörner übergehenden Fasern, *6*, *z*; und an deren Innenseite, ein wenig näher dem Centralcanal, die austretenden Fasern der hinteren Commissur (an der Innenseite von *k*, *6*, *z*). Ferner die aus den grauen Hinterhörnern in schräger Richtung von hinten und aussen nach innen und vorn in die Commissura anterior eintretenden Faserbündel (zwischen *6*, *z* und *c*). Endlich ist in dieser Figur die auffallende

Kreuzung der aus der Basis des grauen Hinterhorns nach vorn in den verschiedenen Richtungen laufenden Fasern (bei *6*, *z*) deutlich.

Fig. 19. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die untersten Fibrillen der Wurzeln des vierten Sacralnervenpaars entspringen. Bezeichnung wie in den vorhergehenden Figuren. Verglichen mit der 18. Figur, findet man in dieser 19. wiederum eine bedeutende Abnahme des Gesammtflächeninhalts, wie der einzelnen Theile. Am auffallendsten ist der Unterschied in der äusseren oder hinteren Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, welche in dieser Figur sehr unbedeutend ist, nur eine ganz geringe Anzahl von Nervenzellen enthält. Der Centralcanal, *c*, bildet eine sehr in die Länge gezogene Spalte. Die nächst dem Centralcanal gelegene, unmittelbar ihn umgebende, ovale Masse dunkler Substanz, ein Theil der Substantia gelatinosa centralis, *f*, ist sehr entwickelt, wie denn die letztere selbst eine fast mit scharfer Gränze versehene ovale hellere Masse der gelatinösen Centralsubstanz, *f*, darstellt, die wiederum rings um die dunklere Abtheilung derselben herumgelagert ist. In der hinteren Commissur, *k*, erscheinen wieder die in rechten und schiefen Winkeln sich kreuzenden Faserbündel, welche von hinten nach vorn und von einer Seite zur anderen in den verschiedensten Richtungen verlaufen, sehr auffallend. Die übrigen Verhältnisse erklären sich ohne speciellere Hindeutung darauf.

Fig. 20. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die untersten Wurzelfibrillen des fünften Sacralnervenpaars entspringen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Die Abweichungen in den Organisationsverhältnissen dieser Figur erscheinen immer bedeutender im Vergleich mit den vorhergehenden. Die Verringerung des Flächeninhalts im Ganzen wie im Einzelnen ist auffallend, am auffallendsten in den grauen Vorderhörnern. Die Gruppen grosser Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern sind ganz verschwunden. Nur vereinzelte Nervenzellen sieht man darin. Die Querfaserbündel der grauen Substanz sind nicht mehr so deutlich und isolirt scharf hervortretend, wie in den vorhergehenden Figuren. Die beiden Längsspalten sind bedeutend kürzer; die vordere Commissur, *g*, bedeutend verkleinert an Flächeninhalt, obwohl hinter ihr die halbkreisförmige Reihe von Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, nahe vor dem Centralcanal, recht deutlich erscheint.

Fig. 21. Querabschnitt des Rückenmarks, aus der Gegend, in welcher die obersten (hinteren) Wurzelbündel des Nervus Coccygeus entspringen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Die Veränderungen in der Organisation der hier dargestellten Schichten sind, im Vergleich zu der unmittelbar vorausgehenden Figur, in hohem Grade auffallend. Die vordere Längsspalte aber bedeutend verkürzt; eben so die hintere Längsspalte. Die Commissura anterior, *g*, noch in einer geringen Spur sichtbar. Die Längsfaserbündel weisser Vorderstränge hinter ihr sind nicht mehr sichtbar. Die ganze graue Substanz, *o*, *p*, bildet eine gleichförmige Masse aus vielfach verfilzten Faserfragmenten und Nervenzellen bestehend. Die gelatinöse Substanz ist nicht mehr isolirt zu unterscheiden.

Fig. 22. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die untersten (vorderen) Wurzelfibrillen des Nervus Coccygeus entspringen. Die Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorigen Figuren. Von der in den vorhergehenden Figuren dargestellten Organisation des Rückenmarks höherer Schichten ist hier kaum noch eine Spur zu erkennen. Der Centralcanal, *c*, ist nicht mehr als geschlossener Canal vorhanden, sondern verlängert sich bis in die Fissura longitudinalis posterior, und öffnet sich an der hinteren Oberfläche des Rückenmarks, *16*, neben der Stelle, wo in den früheren Figuren der hintere Ausgang der hinteren Längsspalte, *e*, war. Das Epithelium des Centralcanals setzt sich als Begränzung des hinteren Längsspalts bis zur hinteren Oberfläche des Rückenmarks fort, *c*, *16*. Bei *16* sieht man diese Verlängerung oder hintere Ausmündung des Centralcanals etwas schräg nach links gewendet, wahrscheinlich war hier das Ende des Abschnitts in etwas schräger Richtung getroffen. Im vorderen Längsspalt, bei *a*, sieht man einen Rest der Pia mater, welche hier eintritt. Das graue Vorderhorn, *o*, und das graue Hinterhorn, *p*, bilden eine gleichmässig aussehende Masse. Die weisse Substanz, *A*, *B*, *C*, ist von der grauen Substanz weniger scharf verschieden in Bezug auf die Farbe, als in früheren Figuren.

Fig. 23. Querabschnitt des Rückenmarks aus gleicher Gegend wie Fig. 22, nur wenige Schichten, etwa $^1/_{10}$—$^1/_{12}$''', tiefer abwärts genommen. Buchstaben und Zahlen wie in der vorigen Figur. Der Centralcanal, *c*, zeigt sich auch hier noch deutlicher als ein Spalt, welcher sich an der hinteren Rückenmarksoberfläche öffnet, *16*, indem er die Stelle der Fissura longitudinalis posterior einnimmt. Das Epithelium dieses Spaltes zeigt sich als dunkle Linie, welche beiderseits den Spalt begränzt, bis zur hinteren Oberfläche des Rückenmarks hinreichend, und mitten durch den innersten und hintersten Theil der als weisse Hinterstränge (unterste Schichten) anzusprechenden Theile hindurchtretend.

Fig. 24. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher das untere Ende des Conus medullaris in das Filum terminale übergeht, 1—2''' unterhalb des in Figur 23 abgebildeten Gebiets. — Man unterscheidet auch in diesen Schichten noch immer die weisse Substanz, *A*, *B*, *C*, von der grauen Substanz, *o*, *p*. — Der Abschnitt des eigentlichen Rückenmarks zeigt sich hier in seiner Umhüllung, nämlich rings von einer dicken Schicht der Pia mater, *17*, *17*, eingeschlossen. An der vorderen Fläche dieser Hülle sieht man die Querdurchschnittsfläche der Arteria spinalis anterior, bei *18*; hinter dieser, etwas nach rechts zur Seite, die Querdurchschnittsfläche der Vena spinalis anterior oder Vena mediana anterior, bei *19*; weiter nach hinten, bei *20*, die Querdurchschnittsfläche eines anderen Blutgefässes. Bei *a* tritt ein Fortsatz der Pia mater in die vordere Längsspalte. An der Stelle der vorderen Commissur oder auf dem Grunde der vorderen Längsspalte sieht man, bei *g*, eine zitzenartige Hervorragung, einen gegen die vordere Längsspalte hin gerichteten Processus mammillaris. Hinter dieser erscheint der Centralcanal als ein weiter Sinus rhomboidalis, *c*, welcher sich auf der hinteren Fläche des Rückenmarks öffnet, bei *16*, und überall mit Epithelium ausgekleidet ist, welches sich als eine dunkle Begränzungslinie zeigt. Die dunkle Masse, welche den Sinus ausfüllt, besteht aus Epithelial- und Blut-Zellen. Die Pia mater an der hinteren Fläche dieses Abschnitts bedeckt, dem Anscheine nach, diese hintere Oeffnung des Centralcanals. Die Reste der weissen Hinterstränge, *B*, haben sich nach aussen umgekrämpt.

Fig. 25. Querabschnitt aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, $^1/_4$—$^1/_2$—1''' tiefer als der in Fig. 24 abgebildete Querabschnitt. Man sieht hier im Ganzen die nämlichen Verhältnisse, wie in der vorigen Figur, doch auch einige sehr bedeutende Abweichungen davon. Eine dicke Umhüllung von der Pia mater gebildet, bei *17*, ist rings um den Querabschnitt des eigentlichen Rückenmarks auch hier sichtbar. Der Querdurchschnitt der Arteria spinalis anterior, bei *18*, der Querdurchschnitt der Vena spinalis anterior (mediana anterior), bei *19*, hinter der Arterie sichtbar. Zwischen der Hülle und dem Rückenmarksabschnitt finden sich leere Räume, bei *21* z. B., Folge der Präparation, welche die im Leben engere Verbindung der betreffenden Theile mehr oder weniger stört oder trennt. Vom vorderen Längsspalt, *a*, ist nur noch eine Spur als seichte Grube vorhanden. Auf dem Grunde dieser Längsspalte, an der Stelle der ehemaligen Commissura anterior, sieht man einen zitzenförmigen Fortsatz, *g*, nach vorn in noch viel auffallenderer Weise hervorragen, als dieses mit dem Processus mammillaris der vorigen Figur 24 der Fall war. Der Centralcanal, *c*, bildet einen Hohlraum in Form eines Doppelkreuzes. Dieser Canal ist an der Stelle, wo er am weitesten nach hinten sich ausdehnt, bei *16*, nicht ein offener Spalt, der sich an der hinteren Rückenmarksfläche öffnet, wie in den vorigen Figuren, sondern er bildet einen auf der Querdurchschnittsfläche überall geschlossenen Hohlraum, *c*, *16*, welcher an allen Punkten seiner Peripherie (auf der Querdurchschnittsfläche) mit Epithelium ausgekleidet ist, das sich als dunkle Begränzungslinie, bei *c*, zeigt; die einzelnen Epithelialcylinder sind hier ausnehmend gross, und zeichnen sich schon bei diesen schwachen Vergrösserungen so aus, dass sie wie eine Reihe dicht an einander gelagerter feiner dunkler Punkte erscheinen. Der Hohlraum erscheint nicht leer, sondern mit einer dunklen Masse grösstentheils angefüllt. Diese Masse ist die nämliche wie in der vorigen Figur; sie besteht aus Blutzellen und abgestossenen Epithelialcylindern. Das Geschlossensein des Centralcanals und seiner, in den Raum der ehemaligen Fissura longitudinalis posterior sich erstreckenden, Verlängerung wird in diesen Schichten durch eine Masse von Nervensubstanz bewirkt, welche als das untere Ende der innersten und hintersten Bündel der weissen Hinterstränge, *22*, angesprochen werden kann. Die Art und Weise, wie die zwischen Fig. 24 und 25 an dieser Stelle bestehende Organisations-

verschiedenheit sich hervorbildet, ist mir nicht so ganz klar geworden, wie es wünschenswerth ist, und es bleibt hier eine Lücke auszufüllen. Die weisse Substanz, *A*, *B*, *C*, ist in diesem Abschnitt von der grauen Substanz, *o*, *p*, eben so wenig scharf unterscheidbar, als in der vorhergehenden Figur.

Fig. 26. Querabschnitt aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, 1/4—1/2''' unterhalb der in Fig. 25 bezeichneten Stelle. Dieselben Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in der vorhergehenden Figur. Die vordere Längsspalte ist verschwunden. Der Processus mammillaris, *g*, ragt so tief nach vorn, dass er bis zur vorderen Fläche des Rückenmarks an dieser Stelle vordringt. Zu beiden Seiten erscheinen zwei tiefe Einschnitte (einer an jeder Seite) gleich einer doppelten Fissura anterior zu beiden Seiten des zitzenförmigen Fortsatzes, *g*. Der Centralcanal, *c*, und seine Fortsetzung gegen die hintere Rückenmarksfläche, *16*, erscheint hier wieder als sich frei öffnender Spalt.

Fig. 27. Querabschnitt aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, 1/4—1/2''' unterhalb der in Fig. 26 bezeichneten Stelle. Dieselben Buchstaben und Zahlen bezeichnen dieselben Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Die Organisationsverhältnisse dieses Abschnitts erscheinen vereinfacht, und ihr Flächeninhalt vermindert, im Vergleich zu den vorhergehenden Querabschnitten (Fig. 25. 26.). Von der eigentlichen Rückenmarkssubstanz, *A*, *B*, *C*, bleibt nur eine Art von offenem Ring übrig, der einen Hohlraum in sich schliesst. Der Processus mammillaris, *g*, früher nur als schwache Spur auf dem Grunde des vorderen Längsspalts sichtbar, bildet jetzt den am meisten hervorragenden Theil des Querabschnitts. Zu beiden Seiten desselben bezeichnen seichte Einkerbungen, zwischen *g* und *A*, dessen Trennung von den — oder dessen Uebergang in die — untersten Enden oder letzten Spuren der ehemaligen Vorderstränge, *A*. — Der Centralcanal, *c*, bildet einen Hohlraum, dessen Gränzen nahezu einem unregelmässigen Sechseck gleich sind. Dieser Hohlraum öffnet sich an der hinteren Fläche des Rückenmarks in einen weiten Spalt, *16*, der nur von einem Theil der, den Abschnitt rings umgebenden, Pia mater, *17*, *17'*, bedeckt, resp. von der Höhle der Arachnoidea abgeschlossen wird. Der Hohlraum und der aus ihm nach hinten gehende Spalt sind mit Epithelium ausgekleidet, welches sich, wie in den vorhergehenden Figuren, als dunkle, aus dicht gereihten feinen Punkten zusammgesetzte, Linie zeigt (*c* bis *16*). Die dunkle Masse innerhalb des Canals, *c*, besteht aus Epithelien und Blutzellen. Die Arteria spinalis anterior, *18*, zeigt sich wie in den vorigen Figuren. Andere Blutgefässe, *20*, zur Seite, wie in Fig. 24, nur weiter nach vorn gerückt.

Fig. 28. Querabschnitt aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, 1/4—1/2''' tiefer abwärts, unterhalb der in Fig. 27 bezeichneten Stelle. Die nämlichen Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in der vorhergehenden Figur. Im Ganzen findet man in der jetzt zu erklärenden Figur nur geringe Verschiedenheiten von der vorher erklärten Fig. 27. Der hinten offene Ring, oder letzte Rest der ehemaligen Rückenmarkssubstanz, *A*, *B*, *C*, ist noch schmäler geworden. Der von dieser Substanz umschlossene Hohlraum, resp. die Fortsetzung des Centralcanals, *c*, ist noch weiter geworden, als in allen früheren (höheren) Querabschnitten, und seine Form bildet die eines unregelmässigen in die Länge gezogenen Achtecks, das an der hintersten Spitze, also an der hinteren Fläche dieses Rückenmarkstheils, unter der Pia mater, in einen ziemlich weiten Spalt, bei *16*, geöffnet ist. Der Processus mammillaris, *g*, ist noch etwas weiter hervorragend, als in den nächst höheren Schichten. Die Auskleidung des Centralcanals durch Epithelium, in Form einer dunklen inneren Begränzungslinie, um *c* herum, zeigt sich gleichfalls wie in den zunächst höher gelegenen Schichten; ebenso die Pia mater, *17*; ferner die Arteria spinalis anterior, *18*, und andere Blutgefässe, *20*, etc.

Fig. 29. Querabschnitt aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, 1/2—1''' tiefer abwärts, unterhalb der in Fig. 28 bezeichneten Stelle. Bezeichnung wie in der vorhergehenden Figur. Die Veränderungen, welche in diesen Schichten auftreten, im Vergleich mit den eben beschriebenen höher gelegenen (Fig. 27, 28), springen sehr hervor. Sie bestehen in Folgendem: Von der ehemaligen Rückenmarkssubstanz, *A*, *B*, *C*, (weisse Vorder-, Seiten- und Hinterstränge) sind nur noch ganz schwache, kaum zu erkennende Spuren übrig, die sich bei der Anfertigung des Querabschnitts leicht in Fragmenten ablösen, z. B. *A*. Die Pia mater, *17*, bildet die Hauptmasse des

Querabschnitts, der in Form eines gefalteten unregelmässigen Ringes erscheint, an dessen Innenfläche eine dunklere Substanz ansitzt, welche als die unteren Enden der ehemaligen Rückenmarksstränge anzusehen ist, obwohl nicht als die absoluten unteren Endpunkte dieser Theile. Der in den genannten Theilen eingeschlossene Hohlraum, *c*, die Fortsetzung des ehemaligen Centralcanals, ist noch geräumiger als in allen höheren Schichten, und seine äussere Begränzung ist eine eben so unregelmässige, als die in Falten ihn umgebende Peripherie einen unregelmässigen Kreis um ihn herum bildet. Die Epitheliumschicht ist hier zwar nicht in der Zeichnung angegeben, jedoch in der Natur vorhanden. Die unregelmässige Gestalt, welche dieser Querabschnitt (der im Leben wohl einen Ring, resp. Cylinderabschnitt, darstellt) in Folge der Präparationsmethode angenommen hat, deutet darauf hin, dass die Epitheliumschicht, deren Spuren bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen deutlich sind, wohl durch die Präparationsmethode ebenfalls aus ihrer natürlichen Lage und Beschaffenheit zu sehr herausgekommen ist, um hier noch so deutlich, wie in den höheren Schichten, sichtbar zu sein. Die Arteria spinalis anterior, *18*, zeigt hier einen grösseren Durchmesser, als in den nächst höheren Schichten (wohl mehr zufällig). Andre Blutgefässe, *20*, *, sind in mehrfacher Zahl sichtbar (Querdurchschnittsflächen). Die Mitte der hinteren Fläche dieses Abschnitts, bei *, zeigt auch hier, den hinteren Spalt, *16*, des Centralcanals, *c*. Jedoch sind die Organisationsverhältnisse nicht genügend deutlich.

Fig. 30. Querabschnitt aus den obersten Schichten des Filum terminale oder untersten Schichten des Conus medullaris, ½—1‴ unterhalb der in Fig. 29 bezeichneten Schicht. Von der ehemaligen Rückenmarkssubstanz ist nur eine kaum erkennbare Spur vorhanden, mit einer ebenfalls schwer wahrnehmbaren Epithelialschicht an der Innengränze. Der auffallendste Theil dieses Abschnitts ist die Arteria spinalis anterior, *18*, an welcher die Pia mater, *17*, beiderseits Fragmente eines Kreisabschnitts zeigt, aber nicht einen vollständigen Kreis oder Ring, wie in höheren Schichten. Jedoch ist dieser Mangel Folge der Präparationsmethode, und immerhin hat man auch hier die Pia mater als membranöse geschlossene Umgebung eines Hohlraumes anzusehen, die aber in der Zeichnung nicht dargestellt wurde, weil sie in dem Präparate nicht vollständig erhalten vorhanden war. Von dem ehemaligen Centralcanal, *c*, sieht man hier den untersten Theil, oder die am tiefsten gelegen erscheinenden Spuren desselben. — Querdurchschnittsflächen verschiedener Blutgefässe sieht man bei *20*.

Fig. 31. Querabschnitt aus den obersten Schichten des Filum terminale, ½—1‴ unterhalb der in voriger Figur bezeichneten Stelle. Man sieht nur noch, hinter der Arteria spinalis anterior, *18*, eine hellere Stelle, *c*, welche von der Pia mater, *17*, umschlossen ist. Diese helle Stelle ist das untere blinde Ende des ehemaligen Centralcanals (*c*). An verschiedenen Stellen sind noch Epithelien in der etwas dunkleren Begränzungslinie der helleren Stelle erkenntlich. Querdurchschnittsflächen von Blutgefässen, *20*, erscheinen an verschiedenen Punkten der Pia mater.

Fig. 32. Querdurchschnitt aus dem Filum terminale. Diese Figur ist als Repräsentant des Organisations-Verhältnisses des Filum terminale in allen seinen verschiedenen Höhen oder Schichten zu betrachten. Man unterscheidet hauptsächlich die Arteria spinalis anterior, *18*, als den wesentlichen oder Hauptbestandtheil. Die Arterie zeigt auf dem Querdurchschnitt, bei passenden Abschnitten und höherer Vergrösserung, auf das Schönste ihre Bindegewebe-, Muskelfaser- und Epithelialschicht. In vorliegender Abbildung erscheint sie mit Blut, *, gefüllt, welches als dunkle ausfüllende Masse sich zeigt, die bei höheren Vergrösserungen die einzelnen Blutzellen sicher unterscheiden lässt. Die Pia mater, *17*, bildet eine mehr oder weniger dicke Hülle, resp. die Bindegewebeschicht der Arterie. An der hinteren Fläche des Querabschnitts erscheinen Fragmente von Blutgefässen, *20*, und theilweise der Pia mater, aber keine Spur von ehemaliger Rückenmarks- oder Nervensubstanz lässt sich im Filum terminale erkennen.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der vierten bis zehnten Tafel.

Die sämmtlichen auf diesen Tafeln befindlichen Abbildungen stellen Querabschnitte aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke eines drei Wochen alten Kalbes, fünfzehnfach linearisch vergrössert, vor. Auch diese Abbildungen sind möglichst getreue Darstellungen der Natur, in keinem Punkte schematisch. Die sämmtlichen Abbildungen sind nach Abschnitten aus einem und demselben Rücken-

marke angefertigt. Eine jede wesentliche Verschiedenheit im Bau des Rückenmarks, wie solcher auf horizontalen Querabschnitten in den verschiedenen Schichten sich darstellt, ist durch eine Abbildung versinnlicht worden, dergestalt, dass die auf Taf. 4—10 enthaltenen Abbildungen die Organisation des Rückenmarks und dessen Verschiedenheiten in allen seinen verschiedenen Höhen oder Schichten, vom Filum terminale an bis zur Medulla oblongata aufwärts, erkennen lassen. Die verschiedenen Figuren dieser Tafeln (4—10) sind mit fortlaufenden Nummern bezeichnet, weil sie sämmtlich nur Theile eines und desselben Rückenmarks darstellen. Die genaueren Bezeichnungen der einzelnen Figuren geschahen ganz so, wie die Bezeichnung der Figuren der zweiten und dritten Tafel, dergestalt, dass gleiche Buchstaben und gleiche Zahlen auf Tafel 4—10 die nämlichen Theile bezeichnen, wie auf Tafel 2 und 3.

Erklärung der vierten Tafel.

Fig. 1. Querabschnitt aus den obersten (vordersten) Schichten des Rückenmarks, aus welchen die mittleren Fibrillen des ersten Halsnervenpaars entspringen. Die vordere Oberfläche dieses Rückenmarksabschnitts, oder die vordere Gränze der weissen Vorderstränge sieht man bei *A A'*, die hintere Oberfläche dieses Rückenmarksabschnitts oder die hintere Gränze der weissen Hinterstränge sieht man bei *B B'*, die seitliche Gränze des Abschnitts oder die äussere seitliche Gränze der Seitenstränge, bei *C C'*. Alle diese Gränzen sind aber nicht an allen Punkten in der Natur scharf ausgeprägt, sondern werden zum Theil approximativ angenommen, eben so wie die weissen Vorderstränge, *l, l, l,* von den weissen Seitensträngen, *m, m, m,* nicht an allen Punkten scharf abgegränzt sind. Die weissen Hinterstränge, *n n,* haben an den meisten Punkten ihrer Peripherie scharf in der Natur ausgedrückte Gränzen, mit Ausnahme derjenigen Gränze, durch welche sie mit den Seitensträngen in Verbindung stehen. Auf dem Grunde der vorderen Längsspalte, *a b,* sieht man, hinter *b,* die vordere Commissur, *g,* in schönster Weise die Durchkreuzung ihrer Fasern zeigend. Die Querdurchschnittsfläche der isolirten hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge, bei *i,* sieht man hier in sehr auffallender Weise. Die austretenden Fasern der vorderen Commissur, *h,* ebenfalls sehr deutlich. Nicht minder deutlich sind die eintretenden Fasern der vorderen Commissur, bei *3.* Der Centralcanal, *c,* mit der dunklen aus Epithelialzellen gebildeten Begränzungslinie von einer fast regelmässigen Ovalform, ist hier auffallend gross. Die Substantia gelatinosa centralis, *f,* um den Centralcanal herum als feinkörnige graue Masse erscheinend, springt ebenfalls hervor. In der Commissura posterior, *k,* sieht man querlaufende Bündel von Primitivnervenfasern. Im grauen Vorderhorn, *o,* sieht man an seiner vorderen Spitze die vordere (oder innere) Gruppe grosser Nervenzellen, *1;* hinter dieser, fast in der Mitte des Vorderhorns gelegen, die hintere (oder äussere) Gruppe grosser Nervenzellen, *2.* Dicht neben dieser Gruppe nach aussen gewahrt man Fragmente von Nervenfaserbündeln, welche von vorn nach hinten und aussen laufen, bei *N**; es sind dieses die centralen Ursprungsbündel des Nervus accessorius Willisii, *N**, welche von dieser Stelle aus weiter nach hinten zu einer besonderen Gruppe grosser Nervenzellen, *12,* die man auch als Kern des Nervus accessorius Willisii, *12,* bezeichnen kann, verlaufen. Theils von dieser Gruppe grosser Nervenzellen, theils aus mehr nach innen gelegenen Punkten, strahlen Faserbündel in bogenförmiger Richtung nach hinten und aussen, welche als die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der grauen Vorderhörner, *N'' N',* zu betrachten sind. Diese centrale Bahn tritt, bei *N',* aus dem grauen Vorderhorn in die weissen Seitenstränge, und verläuft in diesen in horizontaler Ebene von innen nach aussen bis zur äusseren Oberfläche der Seitenstränge, bildet hier die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N' N,* und tritt endlich, bei *N,* in die äusseren Wurzeln des Nervus accessorius Willisii über. In der Mitte der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns findet sich eine besondere Gruppe grosser Nervenzellen, bei *10,* welche ich als Cervicalkern, *10,* bezeichnet habe. Aus dem grauen Hinterhorn, *p,* sieht man Fasern in den verschiedensten Richtungen gegen das graue Vorderhorn und zu den Commissuren treten, und zwar Fasern, die in gerader Richtung aus dem grauen Hinterhorn in das Vorderhorn eintreten, bei *6* und *z*; Fasern, die in die hintere Commissur eintreten, bei *4*; Fasern, die in die vordere Commissur eintreten, bei *f, c,* vor dem Centralcanal. Die vielfache Kreuzung von Fasern an der Basis des Hinterhorns, sieht man bei *6.* Besonders entwickelt sieht

man die gelatinöse Substanz, *q, q, q,* in ihr Spuren der halbcirkelförmig verlaufenden Querfasern, bei *8, 8,* eine grosse Menge von Querdurchschnittsflächen von isolirten Längsfaserbündeln der weissen Hinterstränge innerhalb der gelatinösen Substanz als dunkle Punkte, zwischen *x* und *q*; die centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, welche als Querfasern in der Richtung von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten, bei *7, 7,* ferner eine zahllose Menge von Querdurchschnittsflächen von Längsfasern und Schrägfasern, die halbgürtelförmig vor der gelatinösen Substanz gelagert sind, zwischen *7, 7, q, 8* und *p*, und welche sich als die Umbeugungsstellen centraler hinterer Nervenbahnen, die hier aus der queren Richtung in die longitudinale übertreten, also vom Querschnitt nothwendig in ihrer Continuität zertrennt werden müssen, documentiren. Ferner die Querdurchschnittsflächen von isolirten Längsfaserbündeln der Seitenstränge an der Basis des grauen Hinterhorns innerhalb des letzteren, bei *u*, endlich eine besondere Masse grauer Substanz innerhalb der hinteren und inneren Fascikel der Seitenstränge, *P*, nächst dem grauen Hinterhorn. Diese Masse enthält mittelgrosse Nervenzellen in bedeutender Menge, und scheint mit der centralen Bahn des Nervus accessorius Willisii in Beziehung zu stehen. Daher solche vielleicht am besten als hinterer Kern des Nervus accessorius Willisii, *P*, bezeichnet werden könnte, während die Nervengruppe, *12*, als vorderer Kern zu bezeichnen wäre. An diesem Abschnitte finden sich zufällig keine äusserlich anhängenden Fragmente von den hinteren oder vorderen Spinalnervenwurzeln. Man sieht aber deutlich einige centrale Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r, r, r, r,* ferner die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die seitlichen Theile der weissen Vorderstränge, *s, s,* weiter nach hinten die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die Seitenstränge, *t, t,* endlich die centralen Bahnen der hinteren Spinalnerven innerhalb der weissen Hinterstränge, sowohl in dickeren Bündeln, *w, w,* als auch in dünneren Bündeln, *x, x.* Nicht minder erscheinen, zu beiden Seiten der Fissura posterior, *d e,* verschieden geformte Spalten und Risse, welche Fortsätze der Pia mater und Blutgefässe enthalten, bei *9.*

Fig. 2. Querabschnitt des Rückenmarks aus den Schichten, aus welchen die oberen und mittleren Wurzelfibrillen des zweiten Halsnervenpaars entspringen. Buchstaben, Zahlen und Zeichen wie bei der vorhergehenden Figur. Ausser einer Verringerung des Flächeninhalts in weisser und grauer Substanz, findet man in diesen Schichten wesentlich die gleiche Organisation, wie in den in Fig. 1 beschriebenen. Doch sind es folgende Theile dieser Figur, die besonders hervorgehoben zu werden verdienen. Die vordere Commissur, *g*, zeigt ihre Kreuzungsfasern in schöner Weise, obwohl ihr Flächeninhalt geringer ist, als in der vorigen Figur. Unmittelbar hinter dieser Commissur und dicht vor dem Centralcanal, *c*, findet sich ein auffallendes Querfaserbündel, aus einer Seitenhälfte des Rückenmarks in die andere übergehend. Dieses Bündel ist als das hinterste Bündel der vorderen Commissur zu betrachten, und bildet gleichsam eine accessorische Commissur vor dem Centralcanal, in welcher eine Kreuzung der einzelnen Fasern oder Bündel nicht Statt findet. In der hinteren Commissur, *k*, sieht man auffallende Querfaserbündel, mehrere hinter einander fast parallel laufend, aus einer Seitenhälfte in die andere übergehen, und durch ihre dunkle Farbe deutlich von derjenigen der Substantia gelatinosa centralis abstechend. Zwischen den hintersten isolirten Bündeln der weissen Vorderstränge, *i*, sieht man, eben so wie in Fig. 1, eintretende Querfasern quer durchtreten, als hellere Streifen. Die centralen Bahnen des Nervus accessorius Willisii innerhalb der grauen Vorderhörner, bei *N**, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur. Die centralen Bahnen des Nervus accessorius Willisii innerhalb der weissen Seitenstränge, *N' N*, zeigen aber einen doppelten Stamm von auffallender Breite in diesen Schichten. Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge sind in dieser Figur, bei *x*, nur als Spur vorhanden. Von dem hinteren Kern des Nervus accessorius Willisii, der in voriger Figur mit *P* bezeichnet war, erscheint in dieser Figur eine kleine Spur an der Stelle, wo die hinterste der beiden centralen Bahnen des genannten Nerven in die Seitenstränge übertritt (dicht neben *12*, nach aussen).

Fig. 3. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher das dritte Halsnervenpaar entspringt. Bezeichnungen wie in den früheren Figuren. Auf den ersten Blick fällt wieder der geringere Flächeninhalt der weissen und grauen Substanz, sowie die andere Configuration der grauen

Substanz, im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Figuren auf. Besonders hervortretend erscheinen in dieser Figur die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*. Ferner: die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb des grauen Vorderhorns, *N**, und innerhalb der Seitenstränge, *N N'*. Ausserdem tritt hier der hintere Accessorius-Kern, *P*, wieder deutlicher auf, als in der vorhergehenden Figur. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, ist sehr unbedeutend, ebenso die hintere Gruppe, *2*, desselben. Die äusserlich anhängenden vorderen Spinalnervenwurzeln, *E*, sieht man in die centrale Bahn übergehend. Fragmente der hinteren Nervenwurzeln, *D*, sind nur wenig deutlich. Eben so die centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *x*, *x*. Einzelne aus den grauen Hinterhörnern in die weissen Hinterstränge einstrahlende Faserbündel, *y*, sind hie und da sichtbar. Von der in voriger Figur mit *12* bezeichneten Nervenzellengruppe ist hier kaum eine Spur sichtbar.

Erklärung der fünften Tafel.

Fig. 4. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des vierten Halsnervenpaars entspringen. Bezeichnung wie in den vorigen Figuren. In dieser Figur ist, im Vergleich zur vorhergehenden, die Zunahme des Flächeninhalts der grauen Substanz, insbesondere des grauen Vorderhorns, am meisten in die Augen fallend. Ich bezeichne folgende Theile als besonders hervorspringend in dieser Figur. In der hinteren Commissur, *k*, sieht man dicke Querfaserbündel, die in Continuität bis zur Basis der grauen Hinterhörner verfolgt werden können, bei *4*. — Die von hinten nach vorn in fast gerader Richtung durch die gelatinöse Substanz tretenden Theile der centralen hinteren Nervenbahnen, *7*, sind hier in dunklen, fast gleich weit von einander abstehenden, Bündeln oder Streifen sichtbar. Die centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, die in dicken Bündeln durch die weissen Hinterstränge bis zum grauen Hinterhorn verlaufen, *w w*, fallen hier mehr auf als in den vorhergehenden Figuren. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, und die hintere Gruppe desselben, *2*, zeigen sich mehr entwickelt und enthalten eine grössere Zahl von Nervenzellen. Hinter der vorderen Commissur sieht man auch hier eine accessorische Commissura anterior, dicht vor dem Centralcanal, als zarte Bündel von Querfasern, die aus einer Seitenhälfte in die andere übergehen. Die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N N'*, ist hier nur als Fragment sichtbar, und nicht in Verbindung mit der grauen Substanz, weil die Richtung des Schnitts und die der genannten centralen Nervenbahn nicht durchaus in eine und dieselbe Horizontalebene fielen. Von dem hinteren Accessorius-Kern ist in diesen Schichten keine Spur mehr vorhanden.

Fig. 5. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher das untere Dritttheil der Wurzelfibrillen des fünften Halsnervenpaars entspringt. Die Zunahme des Flächeninhalts weisser und grauer Substanz, besonders auffallend der letzteren, zeigt sich in dieser Figur, im Vergleich zu der vorhergehenden, bei dem ersten Blick, obwohl die Configuration der grauen Substanz in beiden Figuren nicht sehr von einander abweicht. Besonders bemerkenswerth in dieser Figur erscheinen die breiten centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, *r*, die man in dicken Bündeln zum Theil bis tief in das graue Vorderhorn in Continuität sich fortsetzen sieht. Eben so die breiten centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *w*. Ferner zeigen sich lange Strecken von Querfaserbündeln, die in Continuität aus dem grauen Hinterhorn bis nahe zur Commissura anterior hin verlaufend erscheinen, *6*, *6*, *6**. Die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N N'*, ist auch in diesem Abschnitt noch auffallend genug. Die vordere Gruppe, *1*, und hintere Gruppe, *2*, grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns bilden hier keine so auffallend gesonderten Abtheilungen wie in früheren Figuren.

Fig. 6. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Nervenwurzeln des sechsten Halsnervenpaars entspringen. Diese Figur ist als Repräsentant der Rückenmarks-Organisation in der oberen Hälfte der Brustanschwellung bis zu deren

Mitte anzusehen. Abermals sieht man in dieser Figur, bei einem Vergleich mit der vorhergehenden, eine auffallende Zunahme des Flächeninhalts, insbesondere der ganzen grauen Substanz. Die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, wölbt sich tief in die Seitenstränge hinein, und zeigt eine bedeutend vermehrte Anzahl grosser Nervenzellen. Die vorderen Nervenwurzeln, *E, E, E,* sind noch breiter und zahlreicher als in früheren Figuren, die fünf centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r, r, r, r, r,* ebenfalls breiter und zahlreicher als in den vorhergehen Figuren. Im grauen Vorderhorn, *o*, sieht man einzelne dickere Faserbündel, welche den grösseren Theil des grauen Vorderhorns von vorn nach hinten durchlaufen und bis nahe zur Commissura anterior in Continuität verfolgt werden können, bei *3, 3**; andere kleinere Faserbündel erscheinen, von der Commissura anterior näheren Stellen, aus dem grauen Vorderhorn bis in die Commissur in Continuität als eintretende Fasern der Commmissura anterior, *3.* Auch in dieser Figur sieht man hinter der vorderen Commissur, dicht vor dem Centralcanal, eine accessorische Commissura anterior (zwischen *i* und *k* sich nach aussen fortsetzend). Den Centralcanal, und die Substantia gelatinosa centralis unmittelbar um ersteren herum, habe ich in dieser Figur ohne Bezeichnung gelassen, um nicht das schöne Ansehen dieser Stelle zu beeinträchtigen, welche hier ganz besonders gut das natürliche Ansehen bildlich vor Augen stellt. Ein jeder Leser, welcher die vorausgegangenen Figuren kennen gelernt hat, wird aber auch ohne die betreffenden Bezeichnungen die hier gemeinten so auffallenden Theile erkennen. Die Querfaserbündel der hinteren Commissur, *k*, sind auch hier sehr deutlich, und von der Substantia gelatinosa abstechend. Im grauen Hinterhorn, *p*, sieht man lange Strecken von Querfaserbündeln, welche von hinten nach vorn von der hinteren Gränze des Hinterhorns bis fast zu dessen Basis in Continuität verlaufen, *7, 7**, und mit den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *x, x,* zusammenhängen, oder vielmehr deren unmittelbare Fortsetzungen sind. Andere Faserbündel des grauen Hinterhorns, welche von dessen Basis aus schräg nach innen und vorn zur Commissura anterior verlaufen, *7*, 6**, erscheinen in kürzeren oder längeren Bündeln, jedoch ist ihre Richtung und die Anzahl dieser Bündel gerade in vorliegender Abbildung besonders auffallend. Die in dicken Bündeln innerhalb der weissen Hinterstränge verlaufenden centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, *w*, sind hier sehr breit und auffallend; die andern centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, welche mehr in vereinzelten und dünneren Bündeln durch die weissen Hinterstränge verlaufen, *x, x,* sind gleichfalls hier viel auffallender, als in den vorausgegangenen Figuren. Die Querfaserbündel, welche von hinten nach vorn durch die Substantia gelatinosa treten, *7, 7,* springen hier ebenfalls in die Augen. Innerhalb der Querdurchschnittsflächen der beiden isolirten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge, *i*, hinter der Commissura anterior, sieht man in verschiedener Richtung sich kreuzende Schräg- und Querfasern, ein Beweis, dass diese Bündel nicht ausschliesslich aus longitudinal verlaufenden Fasern bestehen. — Von der centralen Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N, N'*, sieht man in diesen Schichten nur noch eine ganz schwache Spur.

Erklärung der sechsten Tafel.

Fig. 7. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des siebenten Halsnervenpaars entspringen. Diese Figur kann als Repräsentant des Organisations-Verhältnisses des Rückenmarks in der Mitte und unteren Hälfte der Brustanschwellung angesehen werden. Der Flächeninhalt der grauen und der weissen Substanz erscheint hier noch bedeutender als in den übrigen vorausgegangenen Figuren, wie er denn auch bedeutender als in den folgenden ist. Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r, r, r, r, r,* erscheinen hier besonders zahlreich und breit. Das graue Vorderhorn, *o*, und besonders derjenige Theil desselben, welcher die innere Nervenzellengruppe, *1*, und die äusssere Nervenzellengruppe, *2*, enthält, ist sehr auffallend im Vergleich zu den vorausgegangenen Figuren entwickelt, obgleich die Anzahl der grossen Nervenzellen zufällig in dem hier gezeichneten Abschnitte nicht beträchtlicher erscheint als in der vorigen Figur. Am vorderen Rande des grauen Vorderhorns und innerhalb des letzteren sieht man die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb des grauen Vorderhorns, bei + +,

noch eine Strecke weit in Continuität nach hinten verlaufend, und sich mit andern Querfasern des grauen Vorderhorns, die mehr bogen- oder halbkreisförmig den Vorderrand des grauen Vorderhorns umsäumen, ebenfalls bei + +, in mehr oder weniger rechten Winkeln kreuzen. Ganz besonders entwickelt zeigt sich die Commissura anterior, *g*, und deren austretende Fasern, *h*, im hinteren Theile der weissen Vorderstränge. Die aus dem grauen Vorderhorn in die vordere Commissur eintretenden Fasern, *3*, erscheinen auch hier auffallend. Die Querfaserbündel der Commissura posterior, *k*, fallen ebenfalls auf. Die vielfache Kreuzung der in verschiedenen Richtungen von hinten nach vorn verlaufenden Faserbündel des grauen Hinterhorns, an der Basis des letzteren, bei *p**, springt hier sehr hervor. Die in gerader Richtung von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz hindurchtretenden Faserbündel, *7*, *7*, so wie die halbkreisförmig laufenden Faserbündel der gelatinösen Substanz, *8*, *8*, treten hier scharf hervor. Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *w*, *x*, fallen hier zahlreich in die Augen, sowohl die in dicken Bündeln, *w*, wie die in dünneren Bündeln, *x*, *x*, durch die weissen Hinterstränge verlaufenden. Auch die aus dem Innenrande des grauen Hinterhorns in die weissen Hinterstränge ausstrahlenden Faserbündel, *y*, *y*, sind hier zahlreich sichtbar. Von der centralen Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N*, *N'*, sieht man noch schwache Spuren.

Fig. 8. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des achten Halsnervenpaars entspringen. In dieser Figur fällt sogleich, wenn man sie mit den beiden vorhergegangenen vergleicht, eine Abnahme des Flächeninhalts sowohl in weisser wie in grauer Substanz auf, am meisten aber in der letztgenannten. Die grauen Vorderhörner, *o*, insbesondere erscheinen hier in gemindertem Volum, obwohl die vordere oder innere Gruppe grosser Nervenzellen *1*, eben so wie die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, von letzteren noch eine grosse Anzahl enthalten. Die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, *r*, sind hier sehr breit und auffallend. Sehr schön treten auch die sich nicht kreuzenden Faserbündel der accessorischen Commissura anterior, dicht vor *c*, in die Augen. Zwischen dieser accessorischen Commissur und den Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge hinter der Commissura anterior, *i*, sieht man beiderseits, zwischen *i* und *c*, eine ovale helle Stelle mit dunkler Contour. Es sind dieses die Lumina der beiden querdurchschnittenen Centralvenen des Rückenmarks, welche man in den meisten, obwohl nicht in allen, Abschnitten findet, und auch in den hier erklärten Tafeln in den meisten Figuren bildlich dargestellt sieht. Sie wurden aber, um Ueberladung der Figur mit Bezeichnungen und die daraus leicht entstehende Verwirrung zu vermeiden, nicht besonders hervorgehoben. Sehr auffallend in dieser Figur ist auch ein Bündel von Querfasern, welches von der Mitte des grauen Hinterhorns aus in Continuität bis zur Commissura posterior verläuft, *4*, so wie ein anderes dickes Faserbündel, welches von benachbarter Stelle, aus der Mitte des grauen Hinterhorns, bis nahe zur vorderen Commissur in Continuität verläuft, *6*, sich in dieser Figur besonders auszeichnet. An der Basis der grauen Hinterhörner, in der Nähe der Commissuren, sieht man eine grössere Zahl oder eine Gruppe von Nervenzellen, *10*, die den Cervicalkernen der 1.—4. Figur entsprechen. Die übrigen Theile dieser Figur verhalten sich im Ganzen so wie in der vorhergehenden.

Fig. 9. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher das untere Viertel der Wurzelfibrillen des ersten Dorsalnervenpaars entspringt. Vergleicht man diese Figur mit der vorausgehenden, so fällt abermals eine bedeutende Verringerung des Flächeninhalts der weissen, insbesondere aber der grauen Substanz auf. Diese Figur ist der Repräsentant der Rückenmarksorganisation in dem unteren Fünftel der Brustanschwellung. Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, *r*, sind hier an Zahl und Durchmesser auffallend verkleinert. Die innere oder vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, sehr verkleinert; eben so die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen desselben, *2*, nur unbedeutend, im Vergleich zu der gleichen Gruppe der vorhergehenden drei Figuren. Dagegen tritt die Gruppe grosser Nervenzellen an der Basis des grauen Hinterhorns, der oberste Theil des Dorsalkerns, *10*, sehr auffallend hervor, durch die um die grossen Nervenzellen

herum befindliche dunkle Masse von in einander verfilzten Fasern, welche die in ihnen befindlichen grossen Nervenzellen um so deutlicher hervortreten lassen. Die hintere Commissur, *k*, zeichnet sich durch einige sehr breite oder dicke Querfaserbündel aus, die beiderseits bis in die Hinterhörner hineinreichen. Nicht minder hervorspringend ist ein Faserbündel, welches aus der Mitte des grauen Hinterhorns in Continuität bis in die Commissura posterior eintritt, *6**, *4;* dieses Faserbündel findet sich hier in der linken Hälfte der Figur deutlicher als in der rechten, um die Verschiedenheiten des Verhaltens in dem Laufe der aus dem Hinterhorn gegen die Commissuren hintretenden Fasern zu zeigen, welche dieser Abschnitt bot, die gerade in beiden Seitenhälften zwar verschieden, aber doch in so auffallender und instructiver Weise verliefen, dass hier ausnahmsweise die linke Hälfte nicht blos eine Wiederholung der rechten im Umrisse ist. Ein anderes Faserbündel, welches, in langer Strecke in Continuität, aus der Mitte des grauen Hinterhorns bis in die Nähe der Commissura anterior verläuft, sieht man bei *6*, *6**; die Kreuzung der in verschiedener Richtung von hinten nach vorn laufenden Fasern des Hinterhorns an dessen Basis, zwischen *6* und *10*, sieht man hier ebenfalls in mannichfacher Weise. Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innnerhalb der weissen Hinterstränge, *w*, *x*, sind bedeutend verschmälert im Vergleich zu den drei vorhergehenden Figuren, verhalten sich aber übrigens gleich. Ob in diesen Schichten die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii innerhalb der Seitenstränge, *N*, *N'*, noch als solche zu bezeichen sei, oder nicht, ist darum zweifelhaft, weil die feinsten äusseren Wurzelbündel des Nervus accessorius Willisii nicht tiefer im Rückenmarke abwärts zu verfolgen sind, als bis zu den unteren Fibrillen des siebenten Halsnervenpaars.

Erklärung der siebenten Tafel.

Die auf dieser Tafel abgebildeten Figuren sind als die Repräsentanten der Organisationsverhältnisse des Dorsaltheils und oberen Lumbaltheils des Rückenmarks zu betrachten. Die nämlichen Buchstaben, Zahlen und Zeichen bezeichnen die nämlichen Theile wie in den vorausgegangenen Figuren.

Fig. 10. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des zweiten und dritten Dorsalnervenpaars entspringen. Eine auffallende Verminderung des Flächeninhalts der grauen Substanz in Vorder- wie in Hinterhörnern fällt in dieser Figur, im Vergleich zu der vorhergehenden, in die Augen. Die Configuration der grauen Substanz ist in dieser Figur bedeutend abweichend von derjenigen der 9. Figur. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, der grauen Vorderhörner ist sehr wenig auffallend, die hintere Gruppe grosser Nervenzellen dieses Horns ist kaum noch als besondere Gruppe zu erkennen. Um so auffallender tritt der Dorsalkern, *10*, in die Augen; er zeigt zahlreiche grosse Nervenzellen und eine dunkle Masse sehr dicht in einander verfilzter Fasern. Die Substantia gelatinosa centralis hat einen grösseren Flächeninhalt als in den vorausgehenden Figuren, insbesondere hinter dem Centralcanal. Die hintere Commissur, *k*, zeigt mehrere Bündel von Querfasern, welche beiderseits in das graue Hinterhorn eintreten. Faserbündel des grauen Hinterhorns, welche längere Strecken in Continuität sichtbar bis zum Dorsalkern treten, *6*, und welche als Fortsetzungen der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln betrachtet werden müssen, ferner Fasern, welche (zwischen Dorsalkern und Centralcanal) schräg von hinten aus der Substantia gelatinosa centralis nach vorn und aussen in das graue Vorderhorn verlaufen, *13*, sind sehr auffallend. Die übrigen Verhältnisse ergeben sich aus den Bezeichnungen.

Fig. 11. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des vierten bis dreizehnten Dorsalnerven entspringen. Diese Figur ist demnach als Repräsentant der Organisationsverhältnisse des Dorsaltheils des Rückenmarks vom vierten Dorsalnervenpaar-Ursprung abwärts zu betrachten. Vergleicht man diese Figur mit der vorhergehenden, so findet man eigentlich nur eine auffallende Verschiedenheit. Während nämlich in allen früheren Querabschnitten die Substantia gelatinosa beider Seitenhälften vollständig von einander getrennt ist, sehen wir in dieser 11. Figur die gelatinöse Substanz beider Seitenhälften in unmittelbarer Verbindung mit einander, *q*, *q*, *q*, dicht vor dem Grunde der hinteren Längsspalte, vor *d*. Hierbei ist zu bemerken, dass in dem ganzen Gebiete, in welchem die Wurzeln des 4. bis 12. Dorsalnervenpaars entspringen, ein dicker Fortsatz der Pia mater in fast jeder Horizontalebene von dem Grunde der hinteren Längsspalte aus nach vorn, gegen den Centralcanal hin, tritt, und

auf solche Weise dennoch die gelatinöse Substanz beider Seitenhälften gewissermaassen von einander trennt. In manchen Horizontalebenen, resp. in manchen Querabschnitten sieht man aber einen solchen Fortsatz der Pia mater nicht, es besteht dann keine Scheidewand zwischen der gelatinösen Substanz der beiden Rückenmarkshälften. Vom 13. Dorsalnervenpaar-Gebiete des Rückenmarks an abwärts ist die gelatinöse Substanz beider Seitenhälften wieder völlig von einander getrennt, indem sich das Organisationsverhältniss der betreffenden Theile wieder ähnlich, wie in Fig. 10 dargestellt worden ist, gestaltet.

Die in dieser Figur noch besonders hervorzuhebenden Theile sind folgende: In der Substantia gelatinosa centralis (zwischen *c* und *k;* ich habe mit Absicht die ihr zukommende Bezeichnung *f* hier weggelassen, um das Bild desto klarer zu lassen) sieht man Fragmente von Faserbündeln, die in den verschiedensten Richtungen von hinten nach vorn verlaufen. Es sind dieses Theile der Kreuzungsfasern der Commissura posterior, *k*, von welcher auch ein dickes Faserbündel hier in fast gerader Linie quer aus einer Seitenhälfte in die andere verläuft. Der Fortsatz der Pia mater vom Grunde des hinteren Längsspalts bis in die Nähe des Centralcanals ist als heller Streif in der Richtung von *d*, *k*, *c* zu sehen. Ein auffallend dickes Faserbündel der, durch die Substantia gelatinosa von hinten nach vorn laufenden, centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, *7*, *7*, dringt bis zu dem Dorsalkern, *10*, in Continuität vorwärts, und senkt sich in diesen ein. Alle übrigen Verhältnisse weichen nicht merklich von denen in Fig. 10 dargestellten ab.

Fig. 12. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des ersten und zweiten Lumbalnervenpaars entspringen. Obwohl nur durch eine verhältnissmässig kurze Strecke von den untersten Schichten des Dorsalnerven-Gebietes getrennt, findet man doch in dem jetzt auftretenden Organisationsverhältniss des Lendentheils des Rückenmarks bedeutende Abweichungen. Jedoch bilden auch sie sich ganz allmählig von einer Horizontalebene zu andern tieferliegenden aus, nie plötzlich. Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, sind breiter und auffallender, der Flächeninhalt des grauen Vorderhorns, *o*, bedeutend vergrössert. Die Substantia gelatinosa centralis (zwischen *c* und *k*) ist auffallend geringer an Flächeninhalt als in vorhergehender Figur. In der hinteren Commissur, *k*, zeigt sich eine so auffallende Kreuzung der sie constituirenden Fasern, wie noch in keiner der bisher dargestellten Figuren. Eine andere Eigenthümlichkeit dieser Figur erscheint in den quer von einer Seite zur andern an der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns verlaufenden Fasern, *13*, welche als ein Bündel paralleler Fasern in schnurgerader Richtung in Continuität an der Basis des Hinterhorns, resp. hinteren Gränze des Vorderhorns, herlaufen, nach innen bis zur Commissura posterior, nach aussen bis nahe zur seitlichen Gränze der grauen Substanz, jedoch nicht bis unmittelbar an diese Gränze reichen, und beiderseits scharf abgeschnittene Enden zeigen, weil daselbst ihre Richtung nicht diejenige der Schnittebene ist. Einzelne dieser Fasern verfolgt man in Continuität zu denen der hinteren Commissur, und daher, sowie aus anderen Gründen, ist dieses ganze Faserbündel als ein solches anzusehen, welches aus den grauen Hinterhörnern einer Seitenhälfte durch die hintere Commissur in die andere Seitenhälfte übergeht. Dass bei solchem Laufe, wenn gleiche Bündel aus beiden Seitenhälften her in der hinteren Commissur sich entgegenkommen, eine Kreuzung innerhalb der letzteren entsteht, wie sie in vorliegender Figur erscheint, bedarf keiner genaueren Erklärung. Die grosse Nervenzellengruppe an der Basis der Hinterhörner, im Dorsaltheil des Rückenmarks als Dorsalkern bezeichnet, im Lumbaltheil von mir als Lumbalkern, *10*, bezeichnet, tritt hier auffallend hervor. Nicht minder auffallend erscheinen Theile der centralen Bahn der hinteren Nervenwurzeln, welche in den Lumbalkern eintreten, *7*, *10*; die übrigen Theile dieser Figur bedürfen keiner besonderen Erläuterung.

Fig. 13. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des dritten Lumbalnervenpaars entspringen. Die Organisationsverhältnisse in diesem Rückenmarksgebiete erscheinen, im Vergleich zu dem in unmittelbar vorhergehender Figur dargestellten, nicht sehr bedeutend, doch aber immerhin abweichend. Eine Vergrösserung des Flächeninhalts der grauen Substanz springt vor allem in die Augen. Die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, erscheinen zahlreicher. Ausserdem sind noch folgende Theile als besonders auffallend in dieser Figur hervorzuheben. Zwischen dem Centralcanal, *c*, und den hintersten Bündeln der weissen Vorderstränge, *i*, hinter der Commissura anterior, *g*, sieht man ein ganz feines

Faserbündel aus den grauen Hinterhörnern in die vordere Commissur, zwischen *i* und *c*, eintreten. Dieses Bündel lässt sich bis zum Lumbalkern, *10*, mehr oder weniger deutlich in Continuität verfolgen. In der hinteren Commissur, *k*, erscheinen zwei Faserbündel, welche in Continuität bis tief in die grauen Hinterhörner hinein verfolgt werden können, *4*, und *k*, *10*. Das vorderste dieser Bündel, *k*, *10*, geht durch die ganze Dicke des Lumbalkerns in Continuität quer hindurch, und verliert sich hinter letzterem in der Mitte des grauen Hinterhorns. Das hintere Bündel, *4*, läuft parallel mit der inneren Gränze des grauen Hinterhorns und dicht an letzterer her, nach hinten und aussen, hinter dem Lumbalkern, und verliert sich in dem grauen Hinterhorn, nahe vor der gelatinösen Substanz, *q*, *q*. Dicke Faserbündel, welche aus der Mitte des grauen Hinterhorns in fast gerader Richtung nach vorn laufen, *p*, *6*, *z*, *6**, erscheinen, zum Theil sich untereinander in sehr stumpfen Winkeln kreuzend, an der Aussenseite des Lumbalkerns vorbei nach der vorderen Commissur hin verlaufend, *6**. Die Bezeichnungen dieser Figur machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Erklärung der achten Tafel.

Fig. 14. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die unteren Fibrillen der Wurzeln des dritten Lumbalnervenpaars entspringen. Die auffallende Verschiedenheit der gröberen Organisationsverhältnisse in dem Rückenmarksgebiete, das einem und demselben Nervenpaar den Ursprung giebt, zeigt sich in dieser Figur, im Vergleich zu der vorhergehenden, auffallend genug. Hauptsächlich ist es wiederum die Zunahme des Flächeninhalts der grauen Substanz, welche auf den ersten Blick, bei Vergleichung beider Figuren, in der jetzt zu erklärenden 14. Figur vorherrscht. Die übrigen noch besonders auffallend hervortretenden Theile sind folgende: Querfaserbündel, welche längs der hinteren Gränze der grauen Vorderhörner von der vorderen Commissur an bis zu den Seitensträngen laufen, *13*, *13**, und in diesen noch eine Strecke weit in Continuität verfolgt werden können, *13**. Einzelne Fasern dieser Bündel verlaufen (hinter *i*) in die hintere Commissur, *k*. Querfaserbündel aus dem grauen Hinterhorn in die vordere Commissur verlaufen bei *6*, *6**. Querfaserbündel der hinteren Commissur tief in die Masse der grauen Hinterhörner in Continuität eindringend, *4*, und den Lumbalkern, *10*, quer durchsetzend, oder in ihm sich mit anderen Fasern verbindend. Fragmente von Querfasern, die in gerader Richtung von hinten nach vorn aus dem grauen Hinterhorn in das graue Vorderhorn verlaufen, in der Richtung von *6*, *z*, *o*. Die Bezeichnungen dieser Figur machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 15. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, in welcher die Wurzeln des vierten Lumbalnervenpaars entspringen. Zunahme des Flächeninhalts der grauen Substanz zeichnet auch diese Figur, im Vergleich zu der vorhergehenden, aus; übrigens sind beide Figuren einander sehr ähnlich. Besonders hervorzuhebende Theile in dieser Figur sind die folgenden. Die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, *r*, erscheinen breiter als in voriger Figur. Die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, des grauen Vorderhorns, *o*, ist auffallender entwickelt als in der vorigen Figur. Eine grössere Zahl zerstreuter Nervenzellen erscheint im Vorderhorn; ausserdem, nahe der vorderen Commissur, *g*, zeigt sich eine Anzahl grosser Nervenzellen, welche eine besondere Gruppe (zwischen *6* und *g*) zu bilden scheinen. Faserbündel, welche aus den grauen Hinterhörnern zur vorderen Commissur verlaufen, *6*, *6**, und in langer Strecke in Continuität erscheinen; Faserbündel aus den grauen Hinterhörnern in die hintere Commissur eintretend, *4*, gleichfalls in Continuität lange Strecken hindurch sichtbar; endlich die Kreuzung der Faserbündel an der Basis des grauen Hinterhorns, zwischen *p*, *6* und *10*, von wo aus die betreffenden Fasern in entgegengesetzten Richtungen aus den Hinterhörnern gegen die Vorderhörner hin verlaufen. — Die Bezeichnungen der übrigen Theile machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 16. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des fünften und sechsten Lumbalnervenpaars entspringen. Die Verschiedenheit dieser Figur von der unmittelbar vorhergehenden zeigt sich auf den ersten Blick in dem bedeutend grösseren Flächeninhalte der grauen Substanz, nicht blos der Vorderhörner, sondern auch der Hinterhörner. Die Configuration der

grauen Substanz ist auch dadurch eine ganz andere geworden, als in den vorhergehenden Figuren dieser Tafel. Besonders hervorzuhebende Theile dieser Figur sind die folgenden. Die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, des grauen Vorderhorns, *o*, wölbt sich bedeutender nach vorn und aussen in die Seitenstränge hinein, als in der vorigen Figur. Die Commissura anterior, *g*, ist bedeutender entwickelt, enthält eine grössere Anzahl von kreuzenden Fasern; dicke Faserbündel der grauen Hinterhörner zur vorderen Commissur hintretend, *6*, *6**, sind in langen Strecken in Continuität sichtbar. Andre Faserbündel der grauen Hinterhörner, zur hinteren Commissur tretend, sind, von *4* nach *6* hin, gleichfalls in langen Strecken in Continuität sichtbar. Die Kreuzung der in verschiedenen Richtungen von hinten nach vorn laufenden Faserbündel an der Basis oder in der Mitte der grauen Hinterhörner, bei *6*, sehr auffallend; der Lumbalkern, *10*, zeigt nur noch eine geringe Anzahl von Nervenzellen. Die übrigen Verhältnisse, Faserkreuzung in grauer Substanz überhaupt, u. s. w., erfordern keine genauere Erklärung.

Erklärung der neunten Tafel.

Während die Figuren der achten Tafel die Darstellung der Organisation im oberen Dritttheil der Lendenanschwellung des Rückenmarks gaben, stellen die Figuren der vorliegenden neunten Tafel die Organisationsverhältnisse dar, wie solche in der Mitte und dem unteren Theile der Lendenanschwellung, resp. dem oberen Theile des Conus medullaris auf Querabschnitten erscheinen.

Fig. 17. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher das untere Viertel der Wurzelfibrillen des sechsten Lumbalnervenpaars entspringt. Vergleicht man diese Figur mit der unmittelbar vorhergehenden, welche die Organisation des Rückenmarks aus ganz benachbarter Gegend und zum Theil aus dem Gebiete des nämlichen Nervenpaars darstellt, so ist der Unterschied beider Figuren in hohem Grade auffallend. Dass aber zwischen beiden ganz allmählige Uebergänge Statt finden, und nicht plötzlich die Organisation des Rückenmarks in der einen Ebene ganz so verschieden sei von der Organisation in der unmittelbar darauf folgenden Horizontalebene, wie die beiden Figuren 16 und 17 es sind, das braucht kaum erst hervorgehoben zu werden. Vorliegende Figur kann als Repräsentant der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks in der Mitte der Lendenanschwellung angesehen werden. Insbesondere sieht man die ungemeine Zunahme des Flächeninhalts des grauen Vorderhorns, *o*, in welchem die vordere oder innere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, eben so entwickelt und mit einer auffallenden Zahl ihrer Elemente versehen ist, wie die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, es ist. Die centrale Bahn der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, zeigt hier ein auffallend breites Bündel, welches in Continuität in die äussere vordere Nervenwurzel, *E*, übergeht. Der Uebergang der vorderen Spinalnervenwurzeln dieser Schichten in die grauen Vorderhörner in Continuität ist selbst mit unbewaffneten Augen auf passenden Querabschnitten wahrzunehmen. Die dunklen Massen innerhalb der centralen Nervenwurzelbahn, bei *r'*, sind Querdurchschnittsflächen von Bündeln der weissen Vorderstränge, die hier von der centralen Bahn der Nervenwurzel gleichsam eingeschlossen werden. Das Eindringen der einzelnen Fasern dieser centralen vorderen Nervenbahn in das graue Vorderhorn, das Auseinanderstrahlen ihrer einzelnen Fasern innerhalb des grauen Vorderhorns in verschiedenen Richtungen, die Kreuzungen dieser Fasern untereinander, ihr Eindringen zwischen die Nervenzellengruppen und deren Elemente u. s. w., ist in dieser Figur zwar ganz naturgetreu dargestellt, aber bei weitem nicht so klar und schön, als solches an den feinen Abschnitten unter dem Mikroskope erscheint. Die innerhalb der grauen Substanz nach den verschiedensten Richtungen laufenden Faserfragmente, die gleichsam einem Filzgewebe von Fasern ähnlich sind, erscheinen in dieser Figur ziemlich naturgetreu dargestellt. Die Commissura anterior, *g*, zeigt ihre auffallende Faserkreuzung, und ihre austretenden Fasern, *h*, in auffallender Form. Die hintere Commissur, *k*, zeigt in diesem Gebiete nur sehr vereinzelte Fasern. Die Querfaserbündel, welche durch die gelatinöse Substanz von hinten nach vorn verlaufen, *7*, *7*, erscheinen zahlreich und auffallend. Die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, sowohl in dicken Bündeln, *w*, *w*, wie in feineren Bündeln, *x*, *x*, zeigen sich sehr zahlreich. Halbkreisförmig verlaufende Querfasern

der weissen Vorderstränge, *l**, *l**, erscheinen in feinen Bündeln. Vereinzelte grosse Nervenzellen der weissen Substanz erscheinen in den weissen Vordersträngen, bei *r**, in den Seitensträngen, bei *t**, in den weissen Hintersträngen, bei *v** und bei *. Die übrigen Verhältnisse erklären sich durch die beigefügten Bezeichnungen.

Fig. 18. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln (obere und mittlere Fibrillen) des ersten Sacralnervenpaars entspringen. Auch diese Figur, welche gleich auf den ersten Blick an Flächeninhalt in grauer und weisser Substanz sich mindestens eben so entwickelt zeigt, als die vorhergehende Figur, wenn nicht gar überwiegend, muss als Repräsentant der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks in der Mitte der Lendenanschwellung, da wo letztere am dicksten ist, angesehen werden. Im Ganzen sieht man auch in dieser Figur wesentlich dieselben Verhältnisse des Faserverlaufs etc., wie in voriger Figur, doch finden sich auch einige Besonderheiten darin, auf welche ich aufmerksam machen will. Die centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge, *r, r, r, r, r,* sind in schmäleren, zahlreicheren, aber nicht in einem so colossalen Bündel, wie in voriger Figur, sichtbar. Es sind auch nur wenige Schichten, in denen man jene breite Nervenbahn gewahrt. Die Commissura anterior, *g*, zeigt einen noch grösseren Flächeninhalt, als in voriger Figur. Die eintretenden Fasern der vordern Commissur, zwischen *3* und *i*, so wie die austretenden Fasern der vorderen Commissur, *h*, erscheinen sehr auffallend. Der Centralcanal, *c*, fast kreisrund und sehr weit. Neben dem Centralcanal erscheinen beiderseits noch drei verschiedene grosse runde, leere Räume; dieses sind drei Centralvenen von verschiedenem Caliber, zwischen *i, c, k*. Zwischen den hintersten Bündeln der weissen Vorderstränge hinter der Commissura posterior, *i*, sieht man einzelne Querfasern hindurch treten, und zur Commissura anterior oder zu dem grauen Vorderhorn sich erstrecken. Die hintere Commissur, *k*, ist etwas breiter als in der vorigen Figur, zeigt mehrere Bündel von Querfasern. Das graue Vorderhorn, *o*, zeigt eine andere Form auf dem Querdurchschnitt, insbesondere durch dessen bedeutendere Breite an seiner hinteren Gränze, welche die des in voriger Figur dargestellten Vorderhorns übertrifft. Die innere Nervenzellengruppe, *1*, des grauen Vorderhorns ist bedeutend nach hinten gerückt, und kann hier kaum zugleich als die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns angesehen werden. Die äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, des grauen Vorderhorns ist bedeutend nach vorn gerückt, in den vorderen und äusseren Winkel des grauen Vorderhorns, und kann hier nicht allein nicht mehr als die hintere Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns betrachtet werden, sondern sie ist vielmehr die vordere geworden. Beide Gruppen scheinen scharf geschieden. Das graue Hinterhorn, *p*, ist in allen seinen Theilen ebenfalls mehr entwickelt, als in voriger Figur, an Flächeninhalt grösser, seine Basis viel breiter. In ihm erscheinen die Querfaserbündel der verschiedenen Richtungen auffallend lange Strecken in Continuität. Von den Querfaserbündeln, welche in der Richtung von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten, *7, 7,* sieht man, bei *7**, einige dicke Bündel, welche bis zur Basis der grauen Hinterhörner vorwärts, S-förmig, zugleich nach der Mitte des grauen Hinterhorns dringen, und hier sich mit Querfasern, die in den verschiedensten anderen Richtungen, von einer Seite zur anderen, oder mehr von hinten nach vorn verlaufen, vielfach kreuzen, bei *6*. Querfasern des grauen Hinterhorns, gerade von hinten nach vorn in die grauen Vorderhörner einstrahlend, sind bei *6, z,* Querfasern des grauen Hinterhorns zur hinteren Commissur verlaufend, bei *4*, Querfasern des grauen Hinterhorns zur vorderen Commissur verlaufend, zwischen *6* und *3*, Faserbündel, welche im grauen Hinterhorn, wie an der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns quer in der Richtung von einer Seite zur andern laufen, bei *13, 13,* sichtbar. Einzelne Faserbündel verfolgt man in langen Strecken in Continuität zwischen der vorderen Commissur und den Eintrittsstellen der centralen vorderen Nervenbahnen in die grauen Vorderhörner. An keiner Stelle zwar sieht man einen evidenten Uebergang, aber der Faserlauf im Ganzen weist hier auf ein solches Verhältniss hin, mehr als in einer der vorhergehenden Figuren. Die vielfache Faserbündelkreuzung an den meisten Stellen der grauen Substanz ist besonders in dieser Figur auffallend, z. B. zwischen *3* und *1*, an den in die Commissura anterior eintretenden Fasern, u. s. w. Die Substantia gelatinosa, *q, q,* erscheint sehr entwickelt. Die durch die gelatinöse Substanz von hinten nach vorn hindurchtretenden Faserbündel, *7, 7,* Theile der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, geben dieser Substanz ein schönes

gestreiftes Ansehen, insbesondere wenn der Abschnitt nicht gar zu dünn, also die einzelnen durchtretenden Nervenbündel weniger eine silbergraue, sondern mehr eine dunkle schwarzgraue Färbung haben. Die Querdurchschnittsflächen von Längsfaserbündeln vor der gelatinösen Substanz, hinter *p*, zwischen *p* und *8*, *p* und *q*, *p* und *7*, erscheinen hier ganz besonders zahlreich, wie in regelmässigen Gruppen an einander gereiht. Isolirte grosse Nervenzellen der grauen Hinterhörner erscheinen an verschiedenen Stellen. Isolirte grosse Nervenzellen in der weissen Rückenmarkssubstanz erscheinen sowohl in den weissen Vordersträngen, bei *r**, wie in den weissen Seitensträngen, bei *t**. Sehr auffallend entwickelt zeigen sich die halbkreisförmig verlaufenden Querfasern der Seiten- und weissen Vorderstränge, *l*, *l**, *l***, welche die Ausläufer des grauen Vorderhorns in die Seitenstränge, *t*, bei *l***, die Ausläufer des grauen Vorderhorns in die weissen Vorderstränge, *s*, bei *l**, und die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, bei *l+*, mannichfaltig kreuzen. Sehr zahlreich und auffallend sind noch die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die zunächst der Fissura anterior gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, bei *g*, *h*, *l*. Auch die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *x*, *x*, erscheinen sehr zahlreich in der ihnen eigenthümlichen Verbreitungsweise. Die Ausstrahlung von Faserbündeln des grauen Hinterhorns in die zunächst der Fissura posterior gelegenen Theile der weissen Hinterstränge, *y*, sind ebenfalls in auffallender Anzahl vorhanden.

Fig. 19. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln (oberes Viertheil) des zweiten Sacralnervenpaars entspringen. Zwischen dieser Figur und der vorhergehenden erscheint auf den ersten Blick ein bedeutender Unterschied in Bezug auf den Flächeninhalt, und die grosse übrige Verschiedenheit beider Figuren lässt mit Recht vermuthen, dass Uebergangsstufen zwischen diesen beiden Figuren Statt finden, welche auf vorliegender Tafel nicht abgebildet worden sind. Dies ist ganz richtig und findet seine Erklärung in dem Umstande, dass die erste Tafel eine 50-fach vergrösserte Darstellung dieses Mittelgebiets zwischen den in Fig. 18 und 19 dargestellten giebt, und dass es mir überflüssig erschien, hier eine 15-fach vergrösserte Darstellung desselben Gebiets einzuschieben, dessen 50-fach vergrösserte Darstellung alle hier in Betracht kommenden Verhältnisse bei weitem besser zeigt. Die Abnahme des Flächeninhalts erscheint sowohl in der grauen Substanz, wie ganz besonders in der weissen Substanz auffallend im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Figuren. Der Flächeninhalt der vorderen Commissur, *g*, ist ebenfalls geringer. An dieser Commissur sind aber die Faserkreuzung, die aus der vorderen Commissur austretenden Fasern, *h*, die in die vordere Commissur eintretenden Fasern, zwischen *g* und *i*, sehr deutlich erkennbar. Dicht um den Centralcanal, *c*, herum sieht man eine dunkle Masse innerhalb der Substantia gelatinosa centralis, *f*, welche hier einen auffallend grösseren Flächeninhalt zeigt, als in den vorausgehenden Figuren. Die dunkle Masse um den Centralcanal zeigt einzelne Faserbündel, welche vor dem Centralcanal eine Commissura anterior accessoria hinter der hauptsächlichen vorderen Commissur bilden, und dicht hinter den Querdurchschnittsflächen der isolirten hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, her verlaufen; ein anderes Faserbündel der dunklen Masse um den Centralcanal herum läuft, an der Seite des Centralcanals, von hinten schräg nach vorn und aussen in das graue Vorderhorn. Zwei andere Faserbündel dieser dunklen Masse laufen gerade nach hinten dem Grunde der Fissura posterior entgegen, jedoch ohne ihn zu erreichen. Eine helle Stelle zu beiden Seiten des Centralcanals und ein wenig nach hinten, bei *c*, zeigt eine einzelne grosse Nervenzelle. In der Commissura posterior, *k*, sehen wir Querfaserbündel aus einer Seitenhälfte in die andere gehend, eine undeutliche Kreuzung darbietend. Im grauen Vorderhorn sehen wir die innere oder vordere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, sehr auffallend entwickelt. Noch mehr aber die äussere oder hintere Gruppe grosser Nervenzellen, *2*, welche sich hier, gleichsam aus vier abgesonderten Nervenzellengruppen bestehend, darstellt. Die Anzahl der in dieser Gruppe sichtbaren grossen Nervenzellen ist grösser, als in irgend einer der vorausgegangenen Figuren. Lange Strecken von Faserbündeln, die von hinten nach vorn das graue Vorderhorn durchziehen, *6**, erscheinen in Continuität, desgleichen Querfasern, die in der Richtung von einer Seite zur anderen die hinteren Theile des grauen Vorderhorns durchziehen, *13*, *13*, oder halbcirkelförmig längs des Vorderrandes des grauen Vorderhorns

verlaufen; Querfasern des grauen Hinterhorns, die von hinten nach vorn in verschiedenen Richtungen verlaufen, *6*, *6+*, *3*, und die Kreuzung dieser Fasern an der Basis des grauen Hinterhorns, *6*, *6+*, *z*, sind sehr auffallend. Querfasern, die aus dem grauen Hinterhorn in die hintere Commissur laufen, sind bei *4*, Querfasern des grauen Hinterhorns in die vordere Commissur verlaufend, bei *6*, *6+*, zwischen *g*, *i*, *c*, *f*, sichtbar. Die übrigen Theile erklären sich durch ihre Bezeichnung, und deren oben gegebene allgemeine Erklärung.

Fig. 20. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die oberen Nervenwurzeln des dritten Sacralnervenpaars entspringen. Diese Figur kann auch als Repräsentant der Organisationsverhältnisse desjenigen Rückenmarksgebiets betrachtet werden, aus welchem das untere Viertheil der Nervenwurzeln des zweiten und das obere Viertheil der Nervenwurzeln des dritten Sacralnervenpaars entspringt. Eine sehr bedeutende Abnahme des Flächeninhalts, im Vergleich zur vorhergehenden Figur, thut sich in dieser 20. Figur kund. Am stärksten ist das graue Vorderhorn, *o*, in seiner Masse verringert, die vordere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, sehr verkleinert, die hintere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, ebenfalls sehr verkleinert. Dagegen erscheint an der inneren Seite der hinteren Gränze des grauen Vorderhorns, in der Nähe und hinter dem Centralcanal *c*, nach aussen eine neue Gruppe grosser Nervenzellen, die in den vorigen Figuren nicht sichtbar ist, der Sacralkern, *14;* die Substantia gelatinosa centralis, *f*, zeigt einen grösseren Flächeninhalt, als irgend eine der vorhergehenden Figuren; und in dieser centralen gelatinösen Substanz sieht man Faserbündel, die in verschiedenen Richtungen verlaufen und sich kreuzen; zuerst Fragmente von Faserbündeln, die von hinten gerade nach vorn verlaufen, in der Richtung von *4*, *k*, *f*, *c*, neben dem Centralcanal beiderseits vorbei in die vordere Commissur eintreten; ferner Faserbündel, welche aus ferneren oder näheren Punkten der grauen Hinterhörner quer, zwischen Centralcanal und dem Grunde des Fissura posterior, aus einer Seitenhälfte des Rückenmarks in die andere übergehen, *4**, und die sich in fast rechten Winkeln mit den vorher genannten Fasern kreuzen, zwischen *k* und *f*. Die Commissura posterior, *4*, zeigt sowohl querlaufende Faserbündel, die in der Richtung von einer Seitenhälfte zur anderen gehen, wie solche, die in fast rechten Winkeln sich mit diesen kreuzen, indem sie gerade von hinten nach vorn oder etwas schräg in solcher Richtung verlaufen, bei *4*, *k*, *4**. Alle diese Fasern, so wie die in mehr gerader Richtung von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz hindurchtretenden Faserbündel, *7*, und deren Fortsetzungen, welche sich bogenförmig, schräg nach vorn und aussen wenden, *7**, bedingen eine mannichfaltige Kreuzung an der Basis der grauen Hinterhörner, zwischen *7** und *4**, an verschiedenen Punkten der letzteren. Die übrigen Theile dieser Figur erklären sich durch ihre Bezeichnungen, für welche keine besondere Erklärung, ausser der allgemeinen für alle Figuren gegebenen und gültigen, nöthig ist.

Erklärung der zehnten Tafel.

Diese Tafel kann als der Repräsentant der Organisationsverhältnisse des Rückenmarks betrachtet werden, wie solche im Conus medullaris und im Filum terminale erscheinen.

Fig. 21. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die untere Hälfte der Wurzelbündel des dritten Sacralnervenpaars entspringt. Diese Figur ist gewissermaassen Repräsentant der Organisationsverhältnisse des oberen Theils des Conus medullaris. Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorausgegangenen Figuren. Man gewahrt auf den ersten Blick bei einem Vergleiche dieser Figur mit der nächstvorhergehenden (Fig. 20), welche aus einer ganz benachbarten Provinz des Rückenmarks und ebenfalls aus dem Ursprungsgebiete der Wurzeln des nämlichen Nervenpaars die Organisationsverhältnisse auf der Querdurchschnittsfläche darstellt, eine grosse Abnahme des Flächeninhalts in weisser, wie in grauer Substanz. In der letzteren ist es ganz besonders das graue Vorderhorn, *o*, in welchem man nur die vordere innere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, gewahrt, während von der äusseren oder hinteren Gruppe, die in allen früheren Figuren erschien, hier keine Spur mehr vorhanden ist. Nur ganz vereinzelte, weniger grosse und auffallende Nervenzellen gewahrt man an der Stelle dieser (in höheren Rückenmarksschichten so auffallenden) Nervenzellengruppe. Die centralen

Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, sind hier deutlich genug, jedoch in geringer Anzahl und Breite sichtbar. Die Ausläufer des grauen Vorderhorns in die seitlichen Theile der weissen Vorderstränge, *s*, treten sehr zahlreich auf; eben so sind auch die Blutgefässe des grauen Vorderhorns, *5*, *5*, *5*, zahlreicher als an anderen Stellen des Rückenmarks in diesen Abschnitten sichtbar. Die Commissura anterior, *g*, zeigt sich schön entwickelt. Die austretenden Fasern der Commissura anterior, *h*, erstrecken sich bis nahe zur vorderen Gränze der weissen Vorderstränge, *A*, in Continuität, kreuzen sich auf das Mannichfaltigste mit den Ausläufern der grauen Vorderhörner in die inneren, nächst der Fissura anterior gelagerten, Bündel der weissen Vorderstränge, *s**, wie in keiner der vorhergehenden Figuren. Die aus den grauen Hinterhörnern in die Commissura anterior eintretenden Faserbündel, *6*, *6**, erscheinen hier in zahlreichen, feinen, mehr oder weniger einander parallel laufenden Bündeln, welche von der Basis des grauen Hinterhorns, *p*, nach vorn und innen, bei *6*, und in dieser Richtung immer weiter vor den Querdurchschnittsflächen der beiden isolirten hintersten Faserbündel der weissen Vorderstränge, *i*, zwischen *i* und *6**, zum Theil aber auch hinter diesen her, in die vordere Commissur eintreten. Die Continuität dieser Faserbündel in der angegebenen Richtung ist nicht zu verkennen. Der Centralcanal, *c*, erscheint länglich, biscuitförmig. Die Substantia gelatinosa centralis, *f*, oder der ganze Raum zwischen Centralcanal und dem Grunde der Fissura posterior, d, ist sehr entwickelt. In dem genannten Raum erscheinen die zur Commissura posterior, *k*, gehörigen Faserbündel in der mannichfaltigsten Weise. Ein in hohem Grade auffallendes und charakteristisches dickes Faserbündel, *4*, welches nur in diesen und einigen folgenden tieferen Schichten des Conus medullaris in dieser Form vorkommt, von der Basis und der Mitte des grauen Hinterhorns ein wenig schräg nach innen und vorn, doch fast quer in der Richtung von einer Seite zur andern laufend, kreuzt sich mit dem entsprechenden Faserbündel der anderen Rückenmarkshälfte und geht von der Kreuzungsstelle aus in die entgegengesetzte Seitenhälfte des Rückenmarks über. Dieses Faserbündel, *4*, *k*, scheint auf den ersten Blick nur aus parallel laufenden Fasern zu bestehen, und erscheint wie ein einziges bogenförmiges, die Convexität noch vorn wendendes Faserbündel, dessen am meisten convexe Stelle dem Centralcanal mehr genähert ist, als die übrigen Theile desselben, und dessen Enden zu beiden Seiten schräg nach hinten und aussen laufend, in der Mitte des grauen Hinterhorns an seiner Basis abgeschnitten sind. Eine genaue Untersuchung dieses Bündels (an passenden Abschnitten und mit den stärkeren Vergrösserungen) ergiebt aber, dass die einzelnen Fasern dieses Bündels sich mannichfaltig in sehr stumpfen Winkeln kreuzen, und nur scheinbar parallel laufen, sowie dass sie in die entgegengesetzte Seitenhälfte übergehen, indem sie sich von hinten und innen nach vorn und aussen wenden. Zwischen dem eben beschriebenen Bündel und dem Centralcanal sieht man andere Fragmente von Faserbündeln, welche sich in den verschiedensten Winkeln kreuzen, und in der Richtung von hinten und aussen nach vorn und innen aus der rechten Seitenhälfte in die linke übergehen, bei *f* (zwischen *i*, *i*, *f*, *k*, *d*). Andere Fasern der hinteren Commissur gehen in fast gerader Richtung von hinten nach vorn, zwischen *d* und *k*, andere mehr quer. Sehr auffallend sind auch die Faserbündel, welche von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz treten, *7*, *7*, und deren Fortsetzungen, welche nach vorn und aussen zur Basis des grauen Hinterhorns, *7*, *6*, gehen, woselbst eine mannichfaltige Kreuzung der Fasern verschiedener Richtungen, bei *4*, *6*, *z*, Statt findet. Die halbcirkelförmig laufenden Faserbündel der gelatinösen Substanz, *8*, *8*, erscheinen sehr deutlich. Die Ausstrahlungen des grauen Hinterhorns in die weissen Hinterstränge, *y*, neben dem Grunde der Fissura posterior, fallen zahlreich auf. Die übrigen Theile dieser Figur erfordern keine speciellere Beschreibung, als solche schon durch die Bezeichnung gegeben wird.

Fig. 22. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die untere Hälfte der Wurzelbündel des vierten Sacralnervenpaars entspringt. Diese Figur, so wie die drei folgenden Figuren, sind als die Repräsentanten der Organisationsverhältnisse des mittleren Theils des Conus medullaris anzusehen. Eine bedeutende Verminderung des Flächeninhalts in grauer wie in weisser Substanz zeigt sich in dieser Figur, im Vergleich zu der vorhergehenden, am auffallendsten in den grauen Vorderhörnern, *o;* die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *r*, *r*, sind weniger breit und zahlreich; die vordere Gruppe

grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, erscheint deutlich, jedoch an Flächeninhalt geringer, als in vorhergehender Figur. Von der hinteren oder äusseren Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, erscheint keine Spur mehr, nur vereinzelte Zellen an der betreffenden Stelle. Die Commissura anterior, *g*, ist kleiner und weniger auffallend, als in voriger Figur; die austretenden Fasern der vorderen Commissur, *h*, ebenfalls weniger zahlreich und auffallend. Von den eintretenden Fasern erscheinen nur schwache Spuren, die aus den Hinterhörnern herkommen. Der Centralcanal, *c*, grösser als in der vorhergehenden Figur, und der vorderen Fläche des Rückenmarks bedeutend näher gerückt. Die Querdurchschnittsflächen der isolirten hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge, *i*, kleiner als in früheren Figuren. Die Substantia gelatinosa centralis, *f*, von bedeutendem Flächeninhalt, und der Raum zwischen dem Grunde der hinteren Längsspalte, *d*, und dem Centralcanal, *c*, sehr bedeutend, grösser als in der vorhergehenden Figur. In der hinteren Commissur, *k*, erscheinen Fasern und Faserbündel verschiedener Art. Zumeist auffallend ein breites, dickes Faserbündel, *4*, von der Mitte oder Basis des grauen Hinterhorns der einen Seite bis zu der gleichen Stelle des Hinterhorns der andern Seite des Rückenmarks sich erstreckend. Dieses Faserbündel, *4*, *k*, verhält sich ganz so, wie das in voriger Figur beschriebene entsprechende Faserbündel. Andere in der Richtung von einer Seite zur andern laufende, mehr isolirte und in kleineren Fragmenten sichtbare, Faserbündel, zwischen *c* und *f*, *k* und *d*, erscheinen mehr oder minder zahlreich und klar. Was an dieser Figur am meisten auffällt und gewissermaassen charakteristisch ist, das sind die centralen Bahnen der hinteren Spinalnervenwurzeln innerhalb der weissen und grauen Substanz, *x*, *7*, *6*, *z*, *z**, welche in dicken Bündeln und in Continuität von den weissen Hintersträngen aus, *x*, durch die gelatinöse Substanz *(q, q)* hindurch, bei *7*, *7*, nach aussen und vorn bogenförmig zur Basis des grauen Hinterhorns hin, bei *6*, und von da, durch die Kreuzungsstelle mit dem breiten Bündel *(4)* der hinteren Commissur *(k)* hindurch bis in die grauen Vorderhörner *(o)* bei *z*, und innerhalb der letzteren sogar bis zwischen die Nervenzellen der hinteren oder äusseren Gruppe *(2)*, bei *z**, verfolgt werden können. Die Kreuzung dieser, in fast gerader Richtung von hinten nach vorn verlaufenden, Querfasern mit anderen Fasern, die mehr in der Richtung von einer Seite zur andern verlaufen, ist an verschiedenen Stellen der Figur ersichtlich. Die Ausstrahlungen der grauen Hinterhörner in die weissen Hinterstränge nächst der Fissura posterior, *y*, sind auch in dieser Figur auffallend zahlreich.

Fig. 23. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des fünften Sacralnervenpaars entspringen. Die Abnahme des Flächeninhalts, in grauer wie in weisser Substanz, zeigt sich in dieser Figur im Vergleich zu den vorhergehenden immer auffallender. Die vordere Längsspalte, *a b*, wird kürzer; der Centralcanal, *c*, nähert sich der vorderen Rückenmarksoberfläche noch mehr als in der vorhergehenden Figur; die vordere Commissur, *g*, zeigt einen noch geringeren Flächeninhalt. Dagegen ist die Substantia gelatinosa centralis, *f*, unverhältnissmässig entwickelt, oder der Raum zwischen dem Centralcanal und dem Grunde der hinteren Längsspalte, *d*, sehr beträchtlich. In der hinteren Commissur, *k*, erscheinen dickere und dünnere Faserbündel verschiedener Richtungen, auf das Mannichfaltigste sich unter einander kreuzend. Am auffallendsten ist wieder das in der Richtung von einer Seite zur anderen verlaufende Querfaserbündel, *4*, welches im Ganzen sich eben so verhält, wie in den beiden vorhergehenden Figuren, jedoch hier noch auffallender, breiter ist, fast vor der ganzen Basis der Hinterhörner her quer hindurchläuft, und nahezu bis an die seitliche Gränze der grauen Hinterhörner sich erstreckt, wo sich dasselbe fächerartig in seine einzelnen Fasern ausbreitet und abgeschnitten endigt. Mit diesem dicken Bündel von Querfasern, die aus der einen Seitenhälfte des Rückenmarks in die andere übertreten, *4*, *6*, *k*, mehr oder weniger parallel verlaufen, vor und hinter ihm her, andere mehr vereinzelte Faserbündel in gleicher oder sehr ähnlicher Richtung. Andere Faserbündel der hinteren Commissur laufen in der Richtung von hinten nach vorn, *k*, *f*, und kreuzen sich mit den vorherbeschriebenen Fasern *(4, 6, k)* in mehr oder weniger rechten Winkeln. Die auffallendste Kreuzung mit letztgenanntem dicken Faserbündel bilden aber die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen und grauen Substanz, *x*, *7*, *6*, *z*, *z'*, *z**, *6**, *r*. Diese centralen Bahnen lassen sich lange Strecken in Continuität von den weissen Hintersträngen *(n)* aus, bei *x*, in der Richtung von hinten nach vorn durch die Substantia gelatinosa *(q, q)* hindurch, bei *7*, *7*, zu der

hinteren Commissur, *k*, und dem breiten Querfaserbündel, *4*, derselben, von hier aus aber, nach der Kreuzung mit dem Bündel *4*, bei *6* und *k*, nach vorn und aussen, *z*, *z'*, *z**, bis tief in die Substanz der grauen Vorderhörner, *o*, hinein verfolgen; andere dieser Faserbündel lassen sich aber in fast schnurgerader Richtung von hinten nach vorn, *6*, *6**, bis in die centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln, *r*, hinein, in die Nähe der äusseren vorderen Spinalnervenwurzel, *E*, dieses Gebiets in Continuität verfolgen. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns *1*, tritt auch in diesen Schichten noch deutlich in die Erscheinung. Die hintere nicht mehr; aber vereinzelte grosse Nervenzellen der grauen Substanz sieht man auch hier an verschiedenen Stellen. Die Querdurchschnittsflächen der hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, zeigen sich hier noch geringer an Flächeninhalt, als in den vorigen Figuren; von dieser Querdurchschnittsfläche aus sieht man eine kurze Strecke eines Querfaserbündels in Continuität nach hinten und aussen abgehend, als dunkler schmaler Streif, gleich einem schwanzartigen Anhang erscheinend. Die anderen Theile bedürfen, ausser ihren Bezeichnungen, keiner specielleren Erklärung.

Fig. 24. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln des sechsten Sacralnervenpaars entspringen. Eine abermalige Verminderung des Flächeninhalts fällt bei dieser Figur, im Vergleich zu der vorigen, in die Augen. Diese Massenverringerung zeigt sich in der weissen, wie in der grauen Substanz. Der vordere Längsspalt, bei *a*, ist kürzer als in allen früheren Figuren, und die beiden Seiten dieses Längsspalts sind nicht mehr durch die innersten Bündel der weissen Vorderstränge, *l*, begränzt, sondern letztere sind durch einen ganz schmalen Saum grauer Substanz, vom Grunde der vorderen Längsspalte bis zur vorderen Oberfläche des Rückenmarks zu beiden Seiten der Fissura anterior sich erstreckend, gleichsam bedeckt und von der Fissura longitudinalis anterior abgeschlossen. Um die Figur nicht mit Buchstaben zu überfüllen und undeutlich zu machen, habe ich den Grund der vorderen Längsspalte hier nicht mit dem ihm zukommenden Zeichen, *b*, versehen, wie in den anderen Figuren. Nach dem Vorausgegangenen aber kann jeder Leser die betreffenden Theile wohl nicht mehr verwechseln. Die vordere Commissur, *g*, zeigt einen noch auffallender verminderten Flächeninhalt als in der vorigen Figur. Der Centralcanal, *c*, fällt aber durch seine Grösse, welche bedeutender als in allen früheren Figuren ist, und durch seine fast viereckige Form in hohem Grade auf. Nicht minder zeigt sich die Substantia gelatinosa centralis, zwischen *c* und *k* (des besseren Ansehens des Bildes wegen habe ich auch hier die Einzeichnung des Buchstabens *f* absichtlich unterlassen), noch sehr entwickelt. Die in ihr befindlichen sich vielfach kreuzenden Fasern, welche sowohl in der Richtung von hinten nach vorn, wie in der Richtung von einer Seite zur andern verlaufen, sind in vorliegender Figur kaum erkennbar; nur bei stärkeren Vergrösserungen deutlich. In der Commissura posterior, *k*, sieht man nicht ein einziges auffallendes Bündel von Querfasern, die von einer Seite zur andern verlaufen; nur ein Querfaserbündel, das schräg von hinten nach vorn und aussen verläuft, ist darin erkenntlich. Die von einer Seite zur andern verlaufenden Fasern dieser Commissur verlaufen hier mehr vereinzelt, und können bei so schwacher Vergrösserung nicht bildlich zur Anschauung gebracht werden. Die hintere Längsspalte, *d e*, ist noch kürzer als in allen vorausgegangenen Figuren. Was in dieser Figur am meisten auffällt, das sind die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, *x*, *7*, *6*, *6'*, *z*, *6**, welche man lange Strecken in Continuität, von ihrem Verlaufe innerhalb der weissen Hinterstränge, *n*, an (bei *x*), und weiterhin während ihres Durchtritts durch die Substantia gelatinosa, *q*, *q* (bei *7*), ferner in der Richtung von hinten nach vorn, immer weiter durch die inneren Theile des grauen Hinterhorns, *p*, hindurch, zwischen *7*, *6* und *d*, *k*, bis in das graue Vorderhorn, *o*, bei *z* und *6*, in Bündeln continuirlich verlaufend sieht. Diese Bündel sind so dick, dass man sie mit blossem Auge, wenn man das Präparat gegen das Licht hält, gewahren kann. Sie verlaufen mehr oder weniger parallel zu mehreren neben einander, und beobachten, in der Nähe des grauen Vorderhorns angelangt, einen verschiedenen Lauf. Einige scheinen, in gerader Richtung von hinten nach vorn laufend, ganz nahe bis zu dem Centralcanal sich zu erstrecken, *c*, *i*, und in die Commissura anterior überzugehen. Andere scheinen erst auf Umwegen und dann schräg von hinten und aussen nach vorn und innen in die vordere Commissur einzutreten, *z*, *6*, *i*, scheinen also die eintretenden Fasern der Commissura anterior zu sein. Andere dieser Faserbündel enden an der Basis des grauen Hinterhorns scharf abgeschnitten, gehen also in andere Ebenen über, wo der Schnitt sie hier nothwendig treffen und ihrer Continuität trennen

musste, bei *6*. Noch andere dieser Bündel treten in das graue Vorderhorn ein, etwas bogenförmig nach aussen sich wendend, enden aber im hinteren Theile des grauen Vorderhorns ebenfalls scharf abgeschnitten, bei *z*. Einzelne feinere dieser Bündel sieht man aber in fast ganz gerader Richtung von hinten nach vorn durch das ganze graue Vorderhorn hindurch laufen, und in die centrale Bahn der vorderen Nervenwurzel innerhalb der weissen Vorderstränge *(r)* hinein sich in Continuität erstrecken, bei *6**, dergestalt, dass Querfaserbündel von den weissen Hintersträngen, quer durch graue Hinterhörner und Vorderhörner, bis in die weissen Vorderstränge verlaufend in Continuität in diesen Schichten des Rückenmarks erscheinen. Von den Querdurchschnittsflächen der beiden hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *i*, hinter der Commissura anterior, und dicht neben der vorderen Gränze des Centralcanals, zu beiden Seiten desselben, sind nur noch ganz schwache Spuren sichtbar. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, ist noch deutlich. Die übrigen Theile dieser Figur erklären sich durch die beigesetzten Zeichen.

Fig. 25. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Wurzeln der drei obersten Schwanzbeinnervenpaare (Nervus Coccygeus primus, secundus et tertius) entspringen. Diese Figur kann als der Repräsentant der Rückenmarksorganisation innerhalb des Ursprungsgebietes der drei obersten Coccygeal-Nerven betrachtet werden. Die Abnahme des Flächeninhalts in grauer und weisser Substanz, im Vergleich zu der vorhergehenden Figur, ist sehr auffallend. Die Begränzung der vorderen Längsspalte, *a*, durch einen schmalen Saum grauer Substanz an der Innenseite der weissen Vorderstränge *(l)*, in der Richtung von *g* nach *l*, erscheint wie in der vorhergehenden Figur. Von der Commissura anterior, *g*, erscheinen nur schwache Spuren. Bei höheren Vergrösserungen erscheinen ihre Kreuzungs-, ihre ein- und austretenden Fasern. Der Centralcanal, *c*, ist bedeutend grösser, als in allen früheren Figuren, und ist dem Grunde des vorderen Längsspalts ganz nahe gerückt. Ich habe auch hier den Buchstaben *b*, für den Fundus fissurae anterioris, um das Bild nicht zu beeinträchtigen, absichtlich nicht einzeichnen lassen. Die dicken, auffallenden, isolirten hintersten Bündel der weissen Vorderstränge hinter der vorderen Commissur, wie solche in allen früheren Figuren (mit *i* bezeichnet) vorkamen, fehlen in vorliegender Figur, weil solche in diesem Gebiete nicht mehr vorhanden sind. Die Substantia gelatinosa centralis, *f*, ist noch bedeutend entwickelt. Die Commissura posterior, *k*, zeigt, jedoch nur schwach, vereinzelte Fasern, welche von einer Seite zur andern, *4*, und auch solche Fasern, die von hinten nach vorn laufen und mit den erstgenannten sich kreuzen. Deutlich erscheinen die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge *(n)*, bei *x*, ferner ihre unmittelbaren Fortsetzungen durch die Substantia gelatinosa *(q)*, bei *7*, deren weitere Fortsetzungen nach vorn innerhalb des grauen Hinterhorns *(p)*, bei *7*, *6*, und endlich deren Eintritt in die grauen Vorderhörner *(o)*, bei *6'*, *6**, theils in Continuität, theils in langen sehr auffallenden Fragmenten. Im hinteren Theil der grauen Vorderhörner sieht man, obwohl nur schwach angedeutet in der Abbildung, Kreuzung dieser centralen Nervenbahnen mit Faserbündeln, welche mehr von hinten nach vorn und aussen laufen, bei *f*, *6*. Letztere Fasern müssen als solche, welche, aus der entgegengesetzten Seitenhälfte herkommend, durch die hintere Commissur durchtreten, und in die Vorderhörner der anderen Seitenhälfte übergehen, betrachtet werden. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, tritt noch ganz deutlich in Erscheinung; selbst die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, erscheint hier noch angedeutet. Die übrigen Theile erklären sich aus ihren beigefügten Zeichen.

Fig. 26. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Gegend, aus welcher die Nervenwurzeln des vierten, fünften und sechsten Schwanznervenpaars (Nervus Coccygeus quartus, quintus et sextus) entspringen. Diese Figur bietet, abgesehen von der Verminderung des Flächeninhalts in weisser und grauer Substanz, sehr bedeutende Verschiedenheiten von allen vorigen Figuren dar. Zuerst sieht man die vordere Längsspalte, *a*, sich bis in den Centralcanal, *c*, hinein erstrecken, dergestalt, dass ein geschlossener Centralcanal in dieser Provinz des Rückenmarks nicht mehr existirt, sondern nur ein vorderer Längsspalt, der sich im Centrum dieses Rückenmarkstheils ampullenförmig erweitert. Der ganze ehemalige Centralcanal ist mit Epithelium überzogen, welches auch die beiden Seiten der Fissura anterior in diesen Schichten auskleidet, und sich bis nahe zur vorderen Oberfläche dieses Rückenmarkstheils fortsetzt (als dunkle Contour sichtbar). Die innersten Bündel

der weissen Vorderstränge *(l)* sind mit einer dünnen Schicht grauer Substanz (in der Richtung von *a* nach *c*) überzogen, wodurch jene von dem vorderen Längsspalt getrennt oder entfernt sind. Das ganze graue Hinterhorn, *p*, bietet eine mehr gleichförmige Masse, in welcher die gelatinöse Substanz nicht mehr isolirt zu unterscheiden ist. Die Substantia gelatinosa centralis, *f*, ist noch ziemlich massenhaft; Faserbündel der Commissura posterior sind nicht mehr sichtbar; die Commissura anterior ist ganz verschwunden. Spuren der centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, sowohl innerhalb der weissen Hinterstränge *(n)*, wie innerhalb der grauen Hinterhörner, bei *7*, sind noch deutlich. Die vordere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *1*, so wie die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *2*, sind noch sichtbar. Die übrigen Theile dieser Figur erklären sich durch die beigefügten Bezeichnungen.

Fig. 27. Querabschnitt des Rückenmarks aus der Uebergangsstelle des Conus medullaris in das Filum terminale, 1—2''' unterhalb der in voriger Figur bezeichneten Gegend. Diese Figur, so wie die beiden folgenden Figuren, können als die Repräsentanten der Rückenmarksorganisation in den untersten Schichten des Conus medullaris betrachtet werden. Die Organisation des Rückenmarks findet sich in diesen Schichten so bedeutend abweichend von derjenigen der früher bezeichneten Schichten, dass man nur noch die Spuren erkennt. Man unterscheidet noch ganz scharf die weisse Substanz, *l, m, n* (Vorder-, Seiten- und Hinterstränge), von der grauen Substanz, *o;* selbst im grauen Vorderhorn, *o*, sieht man noch scharf die vordere Gruppe grosser Nervenzellen, *1*, jedoch sind diese Nervenzellen bedeutend kleiner als in den entsprechenden höheren Gebieten des Rückenmarks. Es ist auch noch eine Andeutung des hinteren Längsspalts, bei *e*, sichtbar. Die vordere Längsspalte, *a*, öffnet sich an ihrem Grunde, wie bei der vorigen Figur, in den ehemaligen Centralcanal, *c*, welcher hier einem breiten Querspalt gleich quer durch fast die ganze Masse des Rückenmarks dieses Gebiets sich hindurch erstreckt, und, verbunden mit dem vorderen Längsspalt, eine Höhlung in Form eines T in diesem Gebiete bedingt. Die schwarze Begränzungslinie dieser Höhlung ist eine Schicht von Epithelium, die sich bis zur vorderen Mündung der Fissura anterior, bei *a*, erstreckt. Die Pia mater, *17, 17*, welche diesen Theil umgiebt, ist in dieser Figur mitgezeichnet worden. Bei *a* erkennt man den in die vordere Längsspalte eindringenden Fortsatz der Pia mater, in einem geringen Fragmente. Die Querdurchschnittsfläche der Arteria spinalis anterior, *18*, erkennt man auf das Deutlichste. Vom grauen Hinterhorn u. s. w. ist kaum eine Spur vorhanden.

Fig. 28. Querabschnitt des Rückenmarks, ½—1''' unterhalb der in vorhergehender Figur bezeichneten Stelle. Die nämlichen Buchstaben und Zahlen bezeichnen dieselben Theile, wie in der vorigen Figur. Von der vorderen Längsspalte ist nur noch eine Spur vorhanden in dem nach vorn sich ausdehnenden Theil des dreieckigen Centralcanals, *c*, welcher in diesen Schichten eine einem gleichseitigen Dreieck, $\bigtriangledown$, nicht unähnliche Höhlung bildet. Die Spitze desselben ist nahe an der Stelle, wo in höheren Schichten der Eingang in die vordere Längsspalte war, die Basis des Dreiecks ist dicht vor dem Grunde der ehemaligen hinteren Längsspalte. Man unterscheidet auch in diesen Schichten noch weisse Substanz *(l, m, n)* und graue Substanz, *o;* in letzterer selbst Nervenzellen, welche der vorderen Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns höherer Schichten, *i*, entsprechen. Qerdurchschnittsflächen kleiner Blutgefässe, *19*, innerhalb der Pia mater, *17*, unterscheidet man; eben so wie die Querdurchschnittsfläche der Arteria spinalis anterior, *18*.

Fig. 29. Querabschnitt des Rückenmarks, ¼—½''' unterhalb der in voriger Figur bezeichneten Stelle. Diese Figur unterscheidet sich nur wenig von der vorhergehenden, und zwar durch folgendes: Der Centralcanal, *c*, erstreckt seine vordere Spitze weniger weit nach vorn, ist also wieder von der vorderen Fläche dieses Rückenmarksgebiets gegen dessen Centrum hin zurückgezogen. Von der vorderen Längsspalte existirt keine Spur mehr. Der Centralcanal ist mit Epithelium ausgekleidet, wie in früheren Schichten; graue und weisse Substanz sind noch immer von einander zu unterscheiden. Im grauen Vorderhorn, *o*, sieht man noch grosse Nervenzellen, aber sehr viel kleiner als in den höheren Schichten. Das Uebrige erklären die Bezeichnungen.

Fig. 30. Querabschnitt des Rückenmarks aus den untersten Schichten des Conus medullaris oder den obersten Schichten des Filum terminale; 1—2''' unterhalb der in voriger

Figur bezeichneten Stelle. Diese und die folgende Figur können als Repräsentanten der Organisation des obern und mittleren Theils des Filum terminale betrachtet werden. Die untersten (letztes Ende) Schichten des Filum terminale bei'm Kalbe und Ochsen sind bis jetzt noch nicht dargestellt worden. Weisse und graue Substanz sind isolirt nicht mehr zu unterscheiden. Man gewahrt den unregelmässig geformten Centralcanal, *c*, mit seiner Epithelialauskleidung (als dunkle Begränzungslinie). Der Canal ist viel kleiner als in den nächst höheren Schichten. Rings um den Centralcanal erscheint eine aus kreisförmig und in andern Richtungen vorlaufenden Fasern zusammengesetzte Masse, *, in welcher dunkle isolirte Punkte, Querdurchschnittsflächen von Nervenfaserbündeln, oder zum Theil von Blutgefässen, 19', 19', sichtbar sind.

Fig. 31. Querabschnitt aus den mittleren Schichten des Filum terminale, einige Linien unterhalb der in voriger Figur bezeichneten Stelle. Der Centralcanal, *c*, mit seiner Epithelialauskleidung (als dunkle Linie), ist viel kleiner als in voriger Figur. Dessen Umgebung, *, zeigt sich aus einer Masse verworrener in verschiedenen Richtungen verlaufender Fasern, die dunklere und hellere Streifen bilden, zusammengesetzt. Graue und weisse Substanz sind nicht mehr unterscheidbar.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der eilften, zwölften, dreizehnten und vierzehnten Tafel.

Während die auf den vorausgegangenen zehn Tafeln enthaltenen Abbildungen den Zweck hatten, eine möglichst deutliche Darstellung vom Bau des Rückenmarks zu geben, wie solcher sich auf Querabschnitten zeigt, sind die folgenden sieben Tafeln (XI—XVII) dazu bestimmt, den Bau des Rückenmarks, wie solcher sich auf den, der Axe des Rückenmarks parallel fallenden, Längsabschnitten verhält, so gut als thunlich zu verdeutlichen. Und zwar stellen die vier ersten Tafeln (XI—XIV) solche Längsabschnitte dar, welche die Fissura anterior und posterior in rechten Winkeln durchschneiden, d. h. von einer Seitenhälfte des Rückenmarks zur andern geführt wurden, während die drei letzten Tafeln (XV—XVII) dagegen Längsabschnitte darstellen, welche parallel mit den beiden Fissuren, also in der Richtung von hinten nach vorn, oder umgekehrt, fallen. Eine bildliche Darstellung von solchen Längsabschnitten verschiedener Richtungen aus den sämmtlichen Höhen des Rückenmarks, ähnlich der Darstellung von Querabschnitten auf Tafel I—X, würde nun eines Theils eine so zahlreiche Masse von Abbildungen erfordern, dass die Ausführung eines solchen Planes wohl zu viele Schwierigkeiten gefunden haben dürfte; andern Theils aber würde eine solche Darstellungsweise auch grossentheils überflüssig erscheinen müssen, da sie, wegen der grossen Aehnlichkeit resp. Gleichheit der betreffenden Gebilde in den verschiedenen Rückenmarks-Höhen, doch meistens nur Wiederholungen eines und desselben anatomischen Verhaltens vor die Augen geführt haben würde. Aus diesen Gründen habe ich daher nur die betreffenden bildlichen Darstellungen von einem kleinen Stücke des Rückenmarks gewählt, und solche gleichsam als Prototyp des Rückenmarks-Gewebes, wie solches sich auf Längsabschnitten zeigt, mitgetheilt; ich füge hier selbstverständlich die Voraussetzung hinzu, dass, in den wesentlichen Punkten, die Structur des Rückenmarks in dessen sämmtlichen Höhen gleich oder fast gleich ist. Als instructivster Theil des Rückenmarks, Behufs bildlicher Darstellung seiner Längsdurchschnitte in der bezeichneten Richtung (von einer Seitenhälfte zur andern), erschien mir die untere Hälfte der Lendenanschwellung sowohl des Menschen-Rückenmarks, wie desjenigen der grösseren Säugethiere. Ich wählte nun, damit ein jeder Forscher um so leichter zur Wiederholung und Prüfung meiner Arbeit in den Stand gesetzt sein möchte, auch hier wieder, wie zu den Bildern für die Querabschnitte, das Kalbs-Rückenmark.

Die 32 Figuren der eilften bis vierzehnten Tafel stellen daher Längsabschnitte aus der unteren Hälfte der Lendenanschwellung des in Chromsäure gehärteten Kalbs-Rückenmarks vor, welche der Axe des Rückenmarks parallel in rechten Winkeln durch die Fissura posterior und anterior fallend, und von einer Seitenhälfte des Rückenmarks zur andern gehend, Schicht für Schicht angefertigt wurden. Die ersten Abschnitte wurden aus der hinteren Oberfläche des $^1/_2$—$^3/_4$'' langen Rückenmarks-Stücks genommen, und dann wurden Schicht für Schicht

so lange fernere Abschnitte angefertigt, bis das ganze betreffende Stück des Rückenmarks in lauter feine Längsabschnitte in der genannten Richtung zerlegt war. Die einzelnen Abschnitte wurden genau der Reihenfolge nach auf Glasplatten gelegt, mit einem Deckglase bedeckt, gehörig in Alkohol aufbewahrt, verkittet und numerirt, und mikroskopisch untersucht. Eine jede auffallende Veränderung in der Textur in den verschiedenen Abschnitten wurde bildlich dargestellt, und so entstand eine Reihe von Darstellungen von Längsdurchschnittsflächen des Rückenmarks, welche, den Längsdurchschnitten eines Bauplanes gleich, die Textur des Rückenmarks in den verschiedenen Schichten seiner Dicke erläuterten.

Die Zeichnung der Abbildungen geschah unter dem grossen Schiek'schen Mikroskope bei 15facher Linearvergrösserung (Ocular O, Linse Nr. 1) unter denselben Cautelen, welche oben, p. IX, bei den allgemeinen Bemerkungen zu Taf. II — X, bereits angegeben worden sind. Genaue Prüfung ergab zwar diese geringste Vergrösserung meines Mikroskops = 19 linear. Vermittelst der beschriebenen Quadratnetze wurden aber nur 15fach linear vergrösserte Zeichnungen dieser Längsabschnitte angefertigt, so genau als solches überhaupt möglich war. Die hier gegebenen Abbildungen von Längsabschnitten sind daher gleichfalls nicht als Skizzen oder als schematische Zeichnungen zu betrachten, sondern als treue Darstellungen der Natur. Damit will ich aber nicht sagen, dass die Bilder genau das Ansehen wiedergeben könnten, welches die betreffenden Abschnitte unter dem Mikroskope zeigen. In dieser Beziehung bleiben die Abbildungen weit hinter der Natur zurück, und geben sie blos einen schwachen Ausdruck der prächtigen, scharfen und klaren Anschauungen, welche man unter dem Mikroskope bei Untersuchungen der betreffenden Segmente erhält. Bei Taf. XI — XIV ist nur die rechte Hälfte jeder Figur ausgeführt, die linke in Umrissen gehalten, aus gleichem Grunde, welcher (s. oben p. X) bei den Querabschnitten mich ein gleiches Verfahren einschlagen liess. Die Bezeichnungen durch Buchstaben in der linken Hälfte jeder Figur gelten daher auch für die ausgeführten Theile der rechten Hälfte.

Die 15fache, resp. 19fache Vergrösserung ist zwar zur Verfolgung einzelner Fasern nicht genügend; indessen zur Darstellung des Faserlaufs im Groben und Ganzen ist sie völlig brauchbar. Eine Darstellung der betreffenden Abschnitte in höherer Vergrösserung würde zwar Einzelnheiten viel klarer gebracht haben. Indessen waren damit so viele anderweite Schwierigkeiten verbunden, dass ich es vorzog, auch für diese Bilder die 15-fache Linearvergrösserung zu wählen. Die Bilder sollen ja ohnedies nur als schwache Anhaltspunkte zur Verdeutlichung bei der Untersuchung der Gewebe dienen. Und diesen Zweck erfüllen auch die geringen Vergrösserungen.

Die folgenden Bezeichnungen gelten sowohl für die Figuren der eilften Tafel, wie für die Figuren der drei folgenden Tafeln (XI — XIV).

a. a. Fissura longitudinalis posterior.

a'. a'. Fissura longitudinalis anterior.

b. b. Sulcus lateralis superficialis posterior.

c. c. Weisse Hinterstränge.

c†. c†. Schräg laufende Längsfasern der weissen Hinterstränge, die von oben und aussen nach unten und innen verlaufen.

c. c*.* Schräge Längsfasern der weissen Hinterstränge, die von oben und innen nach unten und aussen verlaufen, und sich mit den vorher genannten (*c†. c†.*) in schiefen Winkeln durchkreuzen.

d. Blutgefässe.

e. Kreuzende Längsfasern weisser Hinterstränge überhaupt.

f. Fragmente hinterer Nervenwurzeln im Allgemeinen.

g. Hintere Nervenwurzeln, theils ohne Zusammenhang mit dem Rückenmark, hauptsächlich aber in das Rückenmark eindringend und ihre Fasern in Continuität mit denen der weissen Hinterstränge zeigend.

g'. g''. g†. g.* Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln in das Innere des Rückenmarks, Theile der weissen Hinterstränge bildend.

h. Querdurchschnittsflächen centraler, horizontal von hinten nach vorn verlaufender, Bahnen hinterer Nervenwurzeln, innerhalb der weissen Hinterstränge.

h.* Reihen von Querdurchschnittsflächen centraler Bahnen der hinteren oder vorderen Nervenwurzeln, innerhalb der weissen Hinter- oder Vorderstränge, und nächst deren inneren Gränzen.

h†. Centrale hintere Nervenbahnen (Querdurchschnittsflächen) innerhalb gelatinöser und grauer Substanz.

i. Oberflächliche Längsfasern der weissen Hinterstränge und hintere Bündel der Seitenstränge.

k. Bogenförmig laufende (aus der queren in die longitudinale Richtung umbeugende) Fasern der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln.

l. l. u. l'. l'. Substantia gelatinosa.

m. m. Vereinzelte grosse Nervenzellen.

m*. m*. Hintere oder äussere grosse Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns.

m**. m**. Vordere oder innere grosse Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns.

n. n. Halbcirkelförmig laufende Fasern der gelatinösen Substanz (Querdurchschnittsflächen).

o. o'. o''. Graues Hinterhorn.

o*. o*. Graues Vorderhorn.

p. p. Längsfaserbündel des grauen Hinterhorns.

q. q. Seitenstränge.

q'. q'. Oberflächlich und parallel laufende Fasern der weissen Seitenstränge.

q†. q†. Schräg von oben und aussen nach unten und innen laufende Fasern der Seitenstränge.

q*. q*. Schräg von oben und innen nach unten und aussen laufende, und mit den vorher genannten (q†. q†.) Schrägfasern sich in schiefen Winkeln kreuzende, Längsfasern der Seitenstränge.

r. Querfasern der Seitenstränge.

r†. u. r''. Bogenförmig laufende (aus der horizontalen in die longitudinale Richtung umbeugende) Fasern der Seitenstränge.

s. Commissura posterior.

t. t. Substantia gelatinosa centralis.

u. u. Querfasern der grauen Substanz, welche in die Seitenstränge einstrahlen, und hier in die longitudinale Richtung umbeugen, et vice versa.

v. v. Canalis centralis.

w. w. Hinterste isolirte Bündel der weissen Vorderstränge dicht vor und neben dem Centralcanal.

w'. w'. Hintere Bündel der weissen Vorderstränge zunächst der Fissura anterior.

w''. w''. Vor dem grauen Vorderhorn gelegene Fascikel der weissen Vorderstränge.

w'''. w'''. Der seitlichen resp. vorderen Oberfläche des Rückenmarks nahe gelegene Fascikel der weissen Vorderstränge.

w†. w†. Von oben und aussen nach unten und innen laufende Schrägfasern der weissen Vorderstränge.

w*. w*. Von oben und innen nach unten und aussen laufende, und die vorher genannten Schrägfasern (w†. w†.) in schiefen Winkeln durchkreuzende, (schräg laufende) Längsfasern der weissen Vorderstränge.

x. x. Commissura anterior.

y. y. Querfasern des grauen Vorderhorns in die weissen Vorderstränge einstrahlend und hier in die longitudinale Richtung umbeugend, et vice versa.

Erklärung der eilften Tafel.

Die auf dieser Tafel befindlichen Figuren können angesehen werden als die verschiedenen hauptsächlichen Schichten des hinteren Viertels der Lendenanschwellung (untere Hälfte), wie solche bei der Zerlegung in Längsabschnitte Schicht für Schicht (in rechten Winkeln durch die Fissura posterior fallend) allmählig erscheinen; begreiflicher Weise ist von allen den angefertigten Längsabschnitten kaum der achte Theil hier bildlich dargestellt worden, weil viele der nächstbenachbarten Schichten zu wenig von einander im Bau und dem äusseren Ansehen abweichen, resp. einander völlig gleich sind. Im Allgemeinen kann man daher annehmen, dass eine jede Figur der Repräsentant von 7—8 benachbarten Längsdurchschnitten ist, oder dass eine jede Figur einen Längsabschnitt darstellt, welcher von der durch die vorausgegangene oder nachfolgende Figur dargestellten Schicht um die Dicke von 7—8 feinen Segmenten entfernt ist; mit andern Worten: dass fast jedesmal 7—8 Segmente (Längsabschnitte) übergangen wurden, bevor eine auffallende Veränderung in den Segmenten zur bildlichen Darstellung Veranlassung gab.

Fig. 1. Diese Figur stellt die oberflächlichsten Schichten der weissen Hinterstränge dar. Diese Figur ist nach dem 8. Segment der Reihenfolge angefertigt. In den vorhergehenden Segmenten sah man vorzugsweise nur die Pia mater und Blutgefässe, daher sie hier nicht bildlich dargestellt worden sind. Bei *a. a.* sieht man die Fissura longitudinalis posterior, hier erfüllt von einem dicken Pia-mater-Fortsatz, welcher arterielle und venöse Blutgefässe enthält. Rechts und links der Fissur, in gleichen Zwischenräumen von ihr entfernt, erscheinen zwei parallele helle Längsstreifen, *b. b.*, sulci longitudinales posteriores superficiales, in welche gleichfalls Fortsätze des Pia mater und Blutgefässe eindringen. Von letzteren sieht man an mehreren Stellen die querdurchschnittenen Lumina, z. B. bei *, als runde oder ovale Oeffnungen, resp. helle Kreise. Zwischen *a* u. *b* sieht man feine parallele Längsstreifen, welche aber noch zu sehr durch Blutgefässe und die Pia-mater-Fortsätze verdeckt sind, als dass sie klar genug erkannt werden könnten. Dagegen gewahrt man in den weiter nach aussen (entfernter von der Fissura longitudinalis posterior) gelegenen Theilen evident Längsstreifen, meist einander parallel verlaufend. Dieses sind die der hinteren Rückenmarks-Oberfläche zunächst gelegenen Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c c.* Dieselben lassen hie und da dunklere Streifen zwischen sich, welche als Fortsätze der Pia mater anzusehen sind; auch Blutgefässe, *d*, sieht man in verschiedener Richtung hier verlaufen. Die am meisten nach aussen gelegene dunkle Schicht, welche den Seitenrand bildet, besteht hauptsächlich aus Pia mater, *e*, und aus Blutgefässen.

Fig. 2. Längsabschnitt aus den hintersten (oberflächlichen) Schichten des Rückenmarks, etwas weiter nach vorn gelegen, als die in Fig. 1 dargestellte Schicht. Bei *a a* sieht man die Fissura longitudinalis posterior, als einen dunklen Streif, der Axe des Rückenmarks parallel laufend. Die dunkle Farbe des Streifens ist durch die Pia mater erzeugt, welche die Fissura longitudinalis in diesem Segmente erfüllt. Ein wenig nach aussen, zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis posterior, erscheint ein ihr paralleler dunkler Streif in jeder Seitenhälfte, die Fortsetzung des in Fig. 1 bereits (als sulcus longitudinalis posterior superficialis) bezeichneten Raums, bei *b b*, welcher gleichfalls einen Fortsatz der Pia mater enthält, und deshalb als dunkler Längsstreif erscheint. In dem Raume zwischen *a* und *b* zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis posterior, sieht man feine, untereinander wie der Axe des Rückenmarks parallele, Längsfasern; dieses sind die Längsfasern der weissen Hinterstränge zunächst der Fissura posterior. Ein jeder feine Strich stellt hier, wie in allen folgenden Abbildungen, eine Nervenprimitivfaser dar; man darf hierbei nicht die feinen hellen Zwischenräume als die Axen von Primitivfasern, und zwei begränzende Striche als die Contouren einer einzigen Primitivfaser deuten. Zunächst jenen seitlichen oberflächlichen Längsspalten, nach aussen, erscheinen die von der Fissura longitudinalis posterior entfernteren Längsfasern der weissen Hinterstränge, bei *c c.* Man gewahrt in diesen bereits manche Faserzüge, welche nicht so, wie die zwischen *a* und *b* verlaufenden Fasern, der Axe des Rückenmarks parallel sind, sondern mehr schräg verlaufen und die der Axe des Rückenmarks parallel gehenden in schiefen Winkeln durchkreuzen, bei *e.* Hie und da sieht man dunklere Längsstreifen, welche als Pia-mater-Fortsätze zu deuten sind. Am Seitenrande der Figur erscheinen Blutgefässe und Pia mater, bei *d.* Am unteren Theil des Seitenrandes kommt eine hintere Nervenwurzel, *f*, zum Vorschein, welche zwar mit dem Rückenmark verbunden ist, aber nicht auf eine deutlich genug erkennbare Weise ihren Connex mit dem Rückenmark erkennen lässt. Ganz von dem Segment getrennt, oder nur durch Pia mater mit demselben zusammenhängend, sieht man andere Fragmente hinterer Nervenwurzeln, *g g*, welche in die Ebene des Schnitts fielen, und mit abgetrennt wurden. Da dieselben an einer mehr nach vorn gelegenen Stelle in das Rückenmark eintreten, so kann begreiflicher Weise an dem oberflächlichen Segment nicht eine Verbindung derselben mit dem Rückenmark selbst erscheinen.

Fig. 3. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, durch die am meisten nach hinten gelegenen Eintrittspunkte der hinteren Nervenwurzeln fallend, etwas weiter nach vorn als die in Fig. 2 bezeichneten Schichten gelegen.

Bei *a a* erscheint die Fissura longitudinalis posterior wie in den vorhergehenden Figuren; bei *b b* der oberflächliche Sulcus longitudinalis, gleichfalls, obwohl letzterer weniger deutlich wie in den vorher beschriebenen Figuren, weil in diesen tieferen Schichten der Fortsatz der Pia mater durch Theilung

bedeutend dünner geworden ist. Zwischen *a* und *b* sieht man die nächst der Fissura longitudinalis posterior verlaufenden Fasern der weissen Hinterstränge, noch immer untereinander (wie der Axe des Rückenmarks) parallel laufend. Weiter nach aussen sieht man, den grössten Theil der Figur einnehmend, eine Masse von Längsfasern, welche theils mit der Axe des Rückenmarks und untereinander parallel laufen, weit zahlreicher aber in schräger Richtung der Länge nach verlaufen, und sowohl untereinander, wie mit den erstgenannten Längsfasern mannigfache Kreuzungen bilden. Es sind dieses die zwischen der Fissura longitudinalis posterior und dem Sulcus lateralis posterior verlaufenden Längs- und Schrägfasern der weissen Hinterstränge, *c c*. Zwischen diesen Fasern bemerkt man dunkle, unregelmässige, kürzere oder längere Längsstreifen, resp. der Länge nach aneinandergereihte Gruppen dunkler Punkte, in anscheinend nicht bestimmter Ordnung gleichsam zwichen die Längsfasern eingestreut, bei *h h' h''*; dieses sind Querdurchschnittsflächen von Querfaserbündeln, die in der Richtung von hinten nach vorn verlaufen, *h h' h''*, welche begreiflicher Weise von den Längsschnitten in mehr oder weniger rechten Winkeln getroffen werden. Dies sind diejenigen unmittelbaren Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln, welche nach ihrem Eintritt in das Rückenmark in fast gerader Richtung und in fast horizontaler Ebene von hinten nach vorn verlaufen. Weiter nach aussen, den Seitenrand des Segments bildend, sieht man die hinteren Spinal-Nervenwurzeln, *g g*, welche in dicken Fascikeln schräg von aussen und unten nach innen und oben in das Rückenmark eindringen, und in einer ganz evidenten Weise ihre einzelnen Fasern in die Masse des Rückenmarks schräg in unverkennbarer Continuität fortsetzen. Zugleich bemerkt man, dass die einzelnen Fasern der Nervenwurzeln untereinander nichts weniger als parallel verlaufen, sondern in den verschiedensten Richtungen und sich theilweise durchkreuzend verlaufen, daher man auch nur kurze Strecken derselben in Continuität gewahrt; jedoch sieht man an der Erscheinung des ganzen Faserlaufs der Nervenwurzeln, dass sie mehr der Länge nach von unten und aussen nach oben und innen verlaufen.

Fig. 4. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, durch die Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln fallend, ein wenig weiter nach vorn als in den bei Fig. 3 bezeichneten Schichten. Die Fissura longitudinalis posterior, *a a*, ist wie bei den vorigen Figuren. Der oberflächliche Sulcus lateralis beiderseits (*b b*), resp. der Pia-mater-Fortsatz darin, zeigt sich weniger auffallend, als in den vorhergehenden Figuren. Die zu beiden Seiten der Fissura posterior und ihr zunächst befindlichen Längsfasern (zwischen *a b*) laufen fast durchweg untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel. Dagegen sieht man die von der Fissura longitudinalis posterior etwas entfernter nach aussen gelagerten Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c c*, sich vielfach durchkreuzend, von der der Axe des Rückenmarks parallelen Lage mehr oder weniger abweichend. Ein Theil der schrägen Längsfasern verläuft von oben und aussen nach unten und innen, *c† c†*, ein anderer Theil von oben und innen nach unten und aussen, *c* c**, et vice versa, wodurch die vielfachsten Kreuzungen der schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, z. B. bei *c***, entstehen. Zwischen diesen sich kreuzenden Fasern sieht man an vielen Stellen dunkle Punkte, gleichsam in regelmässigen Reihen eingelegt; dieses sind die Querdurchschnittsflächen von horizontal laufenden Faserbündeln weisser Hinterstränge, die in der Richtung von hinten nach vorn verlaufen, *h*, *h*, *h*; diese Querdurchschnittsflächen sind in dieser Figur zahlreicher, umfangreicher und auffallender, als in den vorhergehenden Figuren; Beweis, dass in diesen Schichten die Anzahl der von hinten nach vorn verlaufenden Fasern (Nervenwurzelfortsetzungen) grösser ist, als in den weiter nach hinten gelegenen Schichten der weissen Hinterstränge. Weiter nach aussen und am Seitenrande des Abschnitts erblickt man die hinteren Spinalnervenwurzeln, *g*, *g*, *g*, welche in der Richtung von unten und aussen nach oben und innen in das Rückenmark eindringen, *g*, *g'*, *g''*, und in ununterbrochener Continuität ihre Fasern in die Tiefe der weissen Hinterstränge evident fortsetzen, wobei einzelne Fasern sich quer gegen die Fissura longitudinalis posterior hin wenden, z. B. bei *g†*, oder geschlängelt oder in andern Richtungen verlaufen; jedoch nur kurze Strecken in Continuität sichtbar erscheinen. Die centralen Fortsetzungen der hinteren Spinalnervenwurzeln in die weissen Hinterstränge, *g g' g''*, *g g†*, bilden daher constituirende Bestandtheile der weissen Hinterstränge, und sie erzeugen hier evident die von unten und aussen schräg nach oben und innen verlaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *g g' g''*, welche sich mit andern, mehr der Axe des Rückenmarks parallel verlaufenden, Längsfasern, z. B. bei *i i*, kreuzen.

Fig. 5. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarksschichten, durch die weiter nach vorn gelegenen Eintrittsstellen der hinteren Spinalnervenwurzeln fallend, ein wenig weiter nach vorn, als in den in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Buchstaben und Zeichen in dieser Figur haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden. Die schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*† *c*† und *c** *c**, kreuzen sich hier, in dem ganzen Raume zwischen *c* und *c* (resp. *a* und *g*) in auffallenderen und breiteren Fascikeln, als in der vorhergehenden Figur. Die Querdurchschnittsflächen der horizontal und von hinten nach vorn laufenden Querfaserbündel der weissen Hinterstränge, *h h h*, zeigen sich gleichfalls in noch dickeren Bündeln, als in der vorigen Figur.*) Die hinteren Spinalnervenwurzeln, *g g*, setzen sich, wie in vorhergehender Figur, von unten und aussen nach innen und oben in die Masse des Rückenmarks fort, *g'*, *g*†, *g**, und bilden auch hier constituirende Theile der weissen Hinterstränge. Einzelne Fortsetzungen der centralen hinteren Nervenbahn innerhalb der weissen Hinterstränge, *g' g**, sieht man in Continuität mit der aussen anhängenden Spinalnervenwurzel, *g*; andere Theile genannter Bahn, z. B. bei *g*† *g*†, sind nicht mehr in unmittelbarem Zusammenhange damit, aber dennoch unverkennbar als Fortsetzungen hinterer Spinalnervenwurzeln. Die Kreuzung dieser centralen hinteren Nervenbahnen mit den der Oberfläche des Rückenmarks nahe gelegenen Längsfasern der weissen Hinterstränge, *i i*, ist ziemlich auffallend. Einzelne bogenförmig nach unten umbeugende Fasern der centralen hinteren Nervenbahnen, *k*, sieht man, obwohl nicht genügend deutlich, auch in diesen Schichten.

Fig. 6. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarksschichten, durch die vordersten Eintrittspunkte der hinteren Spinalnervenwurzeln fallend, etwas weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorigen Figuren. Von dem Sulcus longitudinalis superficialis posterior ist in dieser Figur keine auffallende Spur vorhanden. Die zunächst der Fissura posterior gelegenen Längsfasern der weissen Hinterstränge (zu beiden Seiten von *a a*) laufen, wie in den vorher beschriebenen Figuren, untereinander und mit der Axe des Rückenmarks parallel. Die weiter nach aussen liegenden Fasern der weissen Hinterstränge (in dem Raum *c c*) laufen in schräger Richtung, in mehr oder weniger dicken Fascikeln, und bilden die auffallendsten Kreuzungen. Es sind dieses die schrägen Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*† *c*† und *c** *c**. Zwischen ihnen in mehr oder weniger regelmässiger Weise eingestreut erscheinen die Querdurchschnittsflächen der horizontal verlaufenden centralen Bahnen der hinteren Spinalnervenwurzeln, *h h*; nicht selten wechseln die hellen Faserfascikel mit den dunklen Massen der Querdurchschnittsflächen in regelmässiger Weise ab, so dass sie auf den ersten Blick ein, den hellen und dunklen Feldern eines Schachbretts ähnliches, Ansehen darbieten. Die in dieser Figur am meisten auffallenden und bedeutendsten Theile sind die centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge. Man sieht einige hintere Spinalnervenwurzeln, *g*, *g*, *g*, welche von unten und aussen nach oben und innen in das Rückenmark, resp. in die weissen Hinterstränge eintreten. Das Fascikel *g g'* zeigt die unversehrte Continuität eines Theils seiner centralen Bahn mit der äusseren Wurzel; das Fascikel *g g*† zeigt zwar nicht mehr die Continuität der centralen Bahn mit der äusseren Nervenwurzel. Man kann aber, nach dem Laufe und dem ganzen Ansehen dieses Bündels, nicht zweifeln, dass das schräg von unten und aussen nach oben und innen gerichtete dicke Faserbündel bei *g*†, nachdem es die oberflächlichen seitlichen Schichten der Längsfasern weisser Hinterstränge, *i i*, gekreuzt hat, eine unmittelbare Fortsetzung einer hinteren Spinalnervenwurzel sei, besonders wenn man die vorhergehenden Figuren vergleicht, in denen der unmittelbare Zusammenhang ähnlicher Faserbündel mit den hinteren Nervenwurzeln evident war. Von diesem Bündel der centralen Bahn einer hinteren Nervenwurzel sieht man nun die Fasern in zwei entgegengesetzten Richtungen auseinanderstrahlen, und zwar bogenförmig von oben und aussen nach unten und innen, *g'' g''*, und bogenförmig von unten und aussen nach oben und innen, *g** *g**; an der Stelle, wo die Fasern dieses Bündels nach verschiedenen Richtungen auseinanderstrahlen, *g*† *g''* *g**, sieht man die mannichfaltigste Durchkreuzung derselben

*) Wenn man die auf horizontaler Fläche aufliegenden Abbildungen bei hellem Tageslichte ein wenig aus der Ferne, oder mit zurückgebeugtem Kopfe betrachtet, so geben die Bilder das natürliche Ansehen der Präparate unter dem Mikroskope täuschend ähnlich wieder.

in den verschiedensten Richtungen. Diese Figur zeigt also ganz evident, dass die schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge zum Theil wenigstens als unmittelbare Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln betrachtet werden müssen, und zwar sowohl die Längsfasern, welche von aussen und unten nach oben und innen laufen, wie diejenigen, welche von aussen und oben nach unten und innen gerichtet sind, und jene in schiefen Winkeln durchkreuzen. Der unterste Theil des Abschnitts fällt bereits in die hintersten Schichten der Substantia gelatinosa, *l*, in welcher zwei grosse Nervenzellen, *m*, erscheinen.

Fig. 7. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarksschichten, dicht vor den Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln her fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in der vorigen Figur. Von hinteren Spinalnervenwurzeln findet sich an diesem Segmente keine Spur mehr. Die seitlichen Gränzen dieses Segments werden durch eine Schicht oberflächlicher Längsfasern der weissen Hinterstränge, *i i*, gebildet, welche in den vorhergehenden Segmenten nur als schmale Fascikel erschienen, hier aber als ein breites meist aus parallelen Längsfasern bestehendes Faserbündel auftreten. Im Wesentlichen sieht man an dieser Figur die nämlichen Theile, wie an der vorhergehenden. Auffallend ist die Durchkreuzung und Ausbreitung der Fasern einer centralen Bahn einer hinteren Nervenwurzel, *g'''*, welche ihre Fasern bogenförmig von oben nach unten und innen, *c*† *c*†, sowie auch von unten nach oben und innen fortsetzt, und in solcher Weise die schrägen Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*† *c*†, *c** *c**, theilweise bildet. Die Bezeichnungen, verglichen mit denen der vorigen Figur, erläutern das Uebrige.

Fig. 8. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarksschichten, dicht vor den Eintrittspunkten der hinteren Nervenwurzeln her, theilweise in die hinterste Schicht der Substantia gelatinosa fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Bezeichnungen bedeuten dieselben Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Sehr auffallend an dieser Figur ist die Kreuzung der schräg laufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*† *c*† und *c** *c**. Zugleich sieht man, dass die von oben und aussen nach unten und innen verlaufenden Fasern, *c*† *c*† *c*†, grossentheils die unmittelbaren Fortsetzungen der centralen Bahn einer hinteren Nervenwurzel, *g'' g'''*, sind. Die Fasern dieser Nervenwurzel werden hier erst sichtbar, nachdem sie die oberflächlichen Schichten der weissen Hinterstränge, *i*, *i*, *i*, welche meist aus parallelen Längsfasern hier bestehen, durchsetzt haben, bei *g''* und *g'''*; sie beugen an genannter Stelle, unter mannigfacher Durchkreuzung ihrer Fasern, in die verschiedensten Richtungen um, nach oben und innen, oder (und hauptsächlich in dieser Figur auffallend) nach unten und innen, und können in letztgenannter Richtung, einem breiten Strome gleich, theilweise durch fast die ganze Länge des Segments in Continuität verfolgt werden; dass sie hier constituirende Bestandtheile der weissen Hinterstränge bilden, dass die in dieser Richtung verlaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge nichts Anderes sind, als unmittelbare Fortsetzungen hinterer Nervenwurzeln, zeigt sich auf solche Weise deutlich genug. Viele Fasern zeigen ihre abgeschnittenen Enden, da sie in anderen Richtungen verlaufen und nicht in derjenigen der Schnittebene verbleiben. Diese Fasern müssen als die halbcirkelförmig um und durch die gelatinöse Substanz laufenden Fasern gedeutet werden. Zwischen den sich kreuzenden Schrägfasern der weissen Hinterstränge sieht man die dunklen Massen der Querdurchschnittsflächen horizontal laufender Bündel centraler hinterer Nervenbahnen, *h*, *h*, welche in diesem Segmente noch viel mehr Flächeninhalt haben und auffallender sind, als in allen vorangegangenen Figuren; ein Beweis dafür, dass die Masse (Flächeninhalt) der in dieser Richtung verlaufenden Fasern allmählig zunimmt, je mehr die Segmente von der hinteren Oberfläche des Rückenmarks entfernt gegen die vordere hinfallen. Die anderen Bezeichnungen machen eine genauere Erklärung überflüssig.

Fig, 9. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, vor den Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln her und durch die hinteren Schichten der Substantia gelatinosa fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorausgegangenen Figuren. Die zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis posterior, *a a*, zunächst befindlichen Längsfasern der weissen Hinterstränge verlaufen grossentheils einander und der Axe des Rückenmarks parallel, wie in den vorher beschriebenen Schichten. Die von der Fissura longitudinalis posterior etwas weiter nach aussen

gelegenen Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c c*, verlaufen dagegen in schrägen entgegengesetzten Richtungen, *c† c†* und *c* c**, und erzeugen dadurch die Kreuzungen, wie in den vorhergehenden Figuren. Eben so erscheinen zwischen diesen kreuzenden Fasern die dunklen Querdurchschnittsflächen der horizontal laufenden centralen hinteren Nervenbahnen, *h*, *h*, wie in vorherbeschriebenen Figuren. Dagegen ist die Masse der schräglaufenden Längsfasern weisser Hinterstränge in diesen Schichten bei weitem nicht so gross, als in den weiter nach hinten gelegenen Schichten (Fig. 3—8), indem eines Theils die Substantia gelatinosa (Rolando), *l l*, einen bedeutenden Theil des Abschnitts einnimmt, andern Theils aber die seitlichen oberflächlichen Bündel der weissen Hinterstränge, *i i*, gleichfalls einen grösseren Flächeninhalt besitzen, als in den weiter nach hinten gelegenen Schichten. In der Substantia gelatinosa gewahren wir vor Allen auffallend dunkle rundliche Massen, einzelne zum Theil zwischen den schrägen Längsfasern der Hinterstränge befindlich, zum Theil in die gelatinöse Substanz ragend, andere ganz und gar in die gelatinöse Substanz an den verschiedensten Punkten eingestreut, ohne bestimmte Regel anscheinend gelagert, und von dem verschiedensten Durchmesser, resp. Flächeninhalt. Diese dunklen Punkte oder Massen, welche innerhalb der schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge sich als die Querdurchschnittsflächen der horizontalen centralen hinteren Nervenbahnen documentirten, sind in der Substantia gelatinosa ebenfalls nichts Anderes, als die Querdurchschnittsflächen der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, welche in horizontaler Richtung von hinten nach vorn durch die gelatinöse Substanz hindurchtreten, *h† h† h† h†*, die also von den betreffenden Längsschnitten in rechten Winkeln durchschnitten werden müssen. Uebrigens zeichnet sich, bei der schwachen Vergrösserung, die gelatinöse Substanz durch ihre grosse Durchsichtigkeit aus. Die feineren Elemente derselben sind aber nicht zu erkennen. Man sieht hie und da Fragmente von Querfasern, welche als Theile der halbcirkelförmig laufenden Fasern der gelatinösen Substanz, *n n*, gedeutet werden müssen. Doch sind die Fragmente begreiflicher Weise zu kurz, um in diesen Abschnitten sehr deutlich zu erscheinen. Im Ganzen scheint bei so schwacher Vergrösserung ein längsstreifiges Ansehen der gelatinösen Substanz vorherrschend, als ob sie aus lauter feinen parallelen Längsfasern zusammengesetzt sei. Doch kann man einzelne Fasern nicht deutlich unterscheiden. Längs der Mitte der gelatinösen Substanz sieht man einen dunkleren Strich, gleichsam eine dunklere nicht scharf begränzte Scheidewand, welche die gelatinöse Substanz dieses Segments der Länge nach durchsetzt, oder sie in zwei Abtheilungen trennt. Diese dunklere Parthie ist nichts Anderes, als die hinterste Schicht oder die Spitze des grauen Hinterhorns, *o o' o''*, in welchem sowohl deutliche mehr vereinzelte Längsfasern und feine Bündel von Längsfasern, kürzere oder längere Strecken in Continuität, als auch Querdurchschnittsflächen von Fasern, und wohl auch Spuren von Querfasern erscheinen. Die das Segment begränzende oberflächliche seitliche Schicht der weissen Hinterstränge, resp. hintersten Fascikel der Seitenstränge, *i i*, ist hier viel breiter, als in den vorausgegangenen Segmenten, und ihre Fasern sieht man grossentheils unter einander (wie der Axe des Rückenmarks) parallel laufend, die Minderzahl in schiefem Winkel sich durchkreuzend.

Fig. 10. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, vor den Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln her durch die Spitze oder die hinteren Schichten des grauen Hinterhorns, und also vor den hintersten Schichten der gelatinösen Substanz her fallend, ein wenig weiter nach vorn, als in den in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. In dieser Figur finden sich nur wenige Abweichungen von der unmittelbar vorher beschriebenen. Die der Fissura longitudinalis posterior, *a a*, zunächst liegenden parallelen Längsfasern der weissen Hinterstränge, wie die weiter nach aussen (im Raume *c c*) liegenden schräglaufenden und sich kreuzenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c† c†*, *c* c**, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur; eben so auch die zwischen letztgenannten Fasern eingestreuten dunklen Gruppen von Querdurchschnittsflächen der horizontal laufenden centralen hinteren Nervenbahnen, *h h*; die Substantia gelatinosa, *l l'*, *l l'*, ist auch hier der Länge nach in zwei Abtheilungen geschieden, *l l* und *l' l'*, durch eine zwischengelagerte dunklere Masse, welche ein längsstreifiges Ansehen darbietet, und welche nichts Anderes ist, als ein Theil der hinteren Schichten des grauen Hinterhorns, *o*, *o'*, *o''*. Der Flächeninhalt der zwischen grauem Hinterhorn und Fissura longitudinalis posterior befindlichen Abtheilung der weissen Hinter-

stränge ist in diesem Segment noch geringer als in dem vorhergehenden (Fig. 9); die dunklen Gruppen von Querdurchschnittsflächen der horizontal laufenden centralen hinteren Nervenbahnen, *h*+, *h*+, *h*+, innerhalb der gelatinösen Substanz sind dagegen zahlreicher als in den vorhergehenden Segmenten. Einzelne grosse Nervenzellen, *m*, *m*, sind zerstreut in der gelatinösen Substanz, resp. in dem grauen Hinterhorn sichtbar. Die seitlichen (oberflächlichen) Schichten der weissen Hinterstränge, resp. die hintersten Fascikel der Seitenstränge, *i*, *i*, sind in diesem Segment noch breiter als in den vorhergehenden; ihre Fasern verhalten sich aber eben so (wie in Fig. 9). An ihrer inneren Gränze, zum Theil innerhalb der Substantia gelatinosa, sieht man Gruppen von dunklen Punkten, Querdurchschnittsflächen der halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *n*, *n*. Die schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*+, *c*+, *c**, *c**, sieht man, ebenfalls wie in der vorigen Figur (9), an verschiedenen Stellen, wo sie an die gelatinöse Substanz gränzen, in diese eintreten und daselbst ihre abgeschnittenen Enden zeigen, indem sie hier die Schnittebene verlassen und in anderer Richtung weiter verlaufen.

Fig 11. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, vor der Eintrittsstelle der hinteren Nervenwurzeln her durch die hinteren Schichten des grauen Hinterhorns fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile wie in vorhergehender Figur. Die Verschiedenheiten, welche in dieser Figur, verglichen mit der vorhergehenden (Fig. 10), sich finden, bestehen in Folgendem: Die Querdurchschnittsflächen der centralen (horizontalen) hinteren Nervenbahnen, *h*+, *h*+, innerhalb der gelatinösen Substanz sind noch zahlreicher, als in den vorhergehenden Segmenten, insbesondere sind dieselben an der inneren Gränze der gelatinösen Substanz, zwischen dieser und dem Theil der weissen Hinterstränge, welcher von der Fissura longitudinalis posterior (*a a*) und der gelatinösen Substanz begränzt wird, so dicht aneinander gelagert, dass sie beinahe eine ununterbrochene Reihe von Querdurchschnittsflächen dicker (und dünner) Faserbündel centraler hinterer Nervenbahnen, *h** *h** *h**, bilden. Die nächst der Fissura longitudinalis posterior gelegenen parallelen Längsfasern der weissen Hinterstränge, so wie die sich in verschiedener Richtung kreuzenden schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*+ *c*+, *c** *c**, die Querdurchschnittsflächen der hinteren centralen Nervenbahnen *h*, *h*, *h*, innerhalb der schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, ferner die hinteren Schichten der Seitenstränge, *i*, *i*, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur. Eben so die grauen Hinterhörner, *o*, *o'*, *o''*, und die Querdurchschnittsflächen der halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *n*, *n*, *n*.

Fig. 12. Längsabschnitt aus den hinteren Rückenmarks-Schichten, vor den Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln her durch die am meisten nach vorn gelegenen Schichten des hinteren Viertels des betreffenden Rückenmarks-Stücks fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bedeuten die nämlichen Theile, wie in den vorhergehenden Figuren. Die zwischen Fissura longitudinalis posterior, *a a*, und der grauen Substanz (*l o'' l' h**) gelegenen Theile der weissen Hinterstränge, *c c*, sind noch schmäler als in den vorigen Schichten. Die Kreuzung der Fasern geschieht auch hier nicht mehr in so dicken auffallenden Bündeln, sondern es ist vielmehr nur eine schwache Andeutung der schrägen sich kreuzenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*+ *c*+, *c** *c**, hier sichtbar; auch von den Querdurchschnittsflächen centraler horizontal laufender hinterer Nervenbahnen, *h*, *h*, innerhalb der weissen Hinterstränge sind nur schwache Spuren vorhanden. Dagegen ist die Reihe von Querdurchschnittsflächen dicker Bündel centraler hinterer Nervenbahnen, *h** *h** *h**, zwischen den eben erwähnten Theilen der weissen Hinterstränge und der gelatinösen Substanz, noch auffallender als in irgend einer der vorhergehenden Figuren. Die seitlichen oberflächlichen Schichten der weissen Hinterstränge, *i*, *i*, sind breiter als in früheren Schichten, und ihre Fasern kreuzen sich auffallender in schiefen Winkeln als in den vorherbeschriebenen Figuren. Die übrigen Theile verhalten sich im Ganzen wie in der vorigen Fig. (11), und die Bezeichnungen machen daher eine genauere Erklärung überflüssig.

Erklärung der zwölften Tafel.

Die auf vorliegender Tafel befindlichen Figuren können betrachtet werden als die Repräsentanten des Baues derjenigen Rückenmarks-Schichten, welche das vordere Viertel der hinteren Hälfte des betreffenden Stücks der Lendenanschwellung (untere Hälfte) bilden, wie solche bei der Zerlegung Schicht für Schicht nach und nach erscheinen.

Denkt man sich das, die untere Hälfte der Lendenanschwellung bildende, Rückenmarks-Stück durch vier Längsschnitte, welche die Fissuren in rechten Winkeln durchschneiden, in vier ziemlich gleich dicke Theile getheilt, resp. das betreffende Rückenmarks-Stück zuerst in eine hintere und vordere Hälfte, und dann jede dieser Hälften wiederum in zwei gleich dicke Theile getheilt, alsdann stellt die 11. Tafel die verschiedenen Segmente des hintersten Viertels, und die vorliegende 12. Tafel die verschiedenen Segmente des vorderen Viertels der hinteren Hälfte des betreffenden Rückenmarks-Stücks dar.

Die hintere Gränze der hier bildlich dargestellten Rückenmarks-Schichten wird also künstlich gebildet durch einen Längsschnitt, welcher durch die vordersten Schichten der gelatinösen Substanz nahe hinter der Mitte des grauen Hinterhorns herfällt; die vordere Gränze des betreffenden Rückenmarks-Stücks wird künstlich gebildet durch einen Längsschnitt, welcher durch den Canalis centralis hindurch und durch die Basis des grauen Hinterhorns, resp. durch die hinteren Schichten des grauen Vorderhorns, oder durch die Mitte des Rückenmarks hindurch, oder in dessen Querdurchmesser fällt. Alle zwischen beiden imaginären Gränzen, auf Längsdurchschnitten der hier beschriebenen Richtung erscheinenden, auffallenderen Verschiedenheiten im Bau, wie solche in der Reihenfolge von hinten nach vorn allmählig sichtbar werden, sind in den Fig. 13 — 19 dieser Tafel bildlich dargestellt worden.

Fig. 13. Längsabschnitt aus der hinteren Rückenmarks-Hälfte, durch die vordersten Theile der Substantia gelatinosa, und nahe hinter der Mitte des grauen Hinterhorns her fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in Figur 12 der XI. Tafel beschriebenen Schichten. Die Bezeichnungen bedeuten die nämlichen Theile wie in den vorigen Figuren.

Nehmen die auf Tafel XI abgebildeten Segmente allmählig an Breite zu, so fällt dieses noch mehr an den Abbildungen der vorliegenden Tafel, in Vergleich mit denen der XI. Tafel, auf. Am meisten an Flächeninhalt hervorstechend sind die Seitenstränge, q, q. Die oberflächlichen Schichten der Seitenstränge, q' q', bestehen grossentheils aus Längsfasern, welche untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel laufen. Die tieferen Schichten der Seitenstränge, $q^{\dagger}$ $q^{\dagger}$, q^{*} q^{*}, hingegen bestehen aus schrägen Längsfasern, welche sich in schiefen Winkeln kreuzen, wie dieses auch schon bei der Fig. 10—12 der XI. Tafel angegeben worden ist. Die weissen Hinterstränge, c, c, bilden, zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis posterior, a a, im Ganzen nur schmale Theile, und erscheinen gröstentheils aus schräglaufenden, sich in schiefen Winkeln kreuzenden Längsfasern, $c^{\dagger}$ $c^{\dagger}$, c^{*} c^{*}, zusammengesetzt; nur die der Fissura longitudinalis posterior zunächst liegenden Fasern bestehen grösstentheils aus parallelen (und der Axe des Rückenmarks parallel laufenden) Längsfasern, eine Bemerkung, welche für alle Figuren der 11. Tafel und für die Figuren 13—16 der vorliegenden 12. Tafel gilt. Das graue Hinterhorn, o o' o'', zeigt sich zusammengesetzt aus einem Gewirre von kurzen Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, welche bei der 15fachen Vergrösserung nicht deutlich erscheinen; ferner aus Gruppen verschieden grosser dunkler Massen, den Querdurchschnittsflächen horizontal laufender Faserbündel, $h^{\dagger}$ $h^{\dagger}$; die umfangreichsten derselben sieht man in einer fast ununterbrochenen Reihe an der Gränze des grauen Hinterhorns und des weissen Hinterstrangs, gleichsam zwischen beide eingeschoben. Es sind dieses die centralen Bahnen hinterer Spinalnervenwurzeln, h^{*} h^{*}, welche hier in ganz besonders dicken Bündeln von hinten nach vorn in horizontaler Richtung verlaufen. Aber auch die andern, mit $h^{\dagger}$ $h^{\dagger}$ bezeichneten, Bündel sind centrale Bahnen hinterer Nervenwurzeln. Vereinzelte grosse Nervenzellen, m, kommen an den verschiedensten Stellen des grauen Hinterhorns vor. Auch erscheinen einzelne Fascikel von Längsfasern der grauen Hinterhörner, p, p, zuweilen lange Strecken in Continuität, häufiger in kürzeren Strecken, p' p'. Die Substantia gelatinosa, l, l, ist hier nur noch nächst der inneren Gränze der Seitenstränge sichtbar, nicht mehr an der inneren Gränze des grauen Hinterhorns nächst den weissen Hintersträngen, indem sie in diesen Schichten die äussere Gränze des grauen Hinterhorns weiter nach vorn umschliesst als die

innere. Zwischen der gelatinösen Substanz und den Seitensträngen erscheint eine fast ununterbrochene Reihe dunkler Massen, offenbar Querdurchschnittsflächen von horizontal laufenden Fasern; es sind dieses die Schräg- oder Querdurchschnittsflächen der halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *n*, *n*, resp. centrale Bahnen hinterer Nervenwurzeln.

Fig. 14. Längsabschnitt aus der hinteren Rückenmarks-Hälfte, durch die vorderste Schicht der gelatinösen Substanz und zum Theil dicht vor letzterer, nahe hinter der Mitte des grauen Hinterhorns, her fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Bezeichnungen bedeuten die nämlichen Theile wie in der vorhergehenden Figur. Im Ganzen erscheinen nur geringe Verschiedenheiten zwischen dieser Figur und der vorhergehenden. Der Hauptsache nach sind beide gleich. Die Verschiedenheiten bestehen in Folgendem: die Querdurchschnittsflächen der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln, zwischen dem grauen Hinterhorn und dem weissen Hinterstrang, *h**, *h**, zeigen sich nicht in so auffallend dicken und zahlreichen Bündeln wie in voriger Figur. Eben so sind die Querdurchschnittsflächen der halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *n*, *n*, viel weniger auffallend als in voriger Figur. Die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, selbst erscheint hier in ihrer vordersten Schicht nur in der oberen Hälfte des Segments, *l l**; von der Mitte des Segments an abwärts, von *l** an, ist die gelatinöse Substanz nicht mehr vorhanden, indem entweder der Abschnitt nicht absolut vertikal geführt wurde, die untere Hälfte desselben ein wenig weiter nach vorn fiel als die obere, oder indem in der unteren Hälfte die gelatinöse Substanz weniger weit nach vorn ragte. Im übrigen verhält sich diese Figur wie die vorhergehende, und die Bezeichnungen derselben, verglichen mit denen der vorigen Figur, machen jede speciellere Erklärung überflüssig.

Fig. 15. Längsabschnitt aus der hinteren Rückenmarks-Hälfte, vor der gelatinösen Substanz und nahe vor der Mitte des grauen Hinterhorns her fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Buchstaben bedeuten die nämlichen Theile, wie in der vorhergehenden Figur. Nur wenige Unterschiede erscheinen in dieser Figur, verglichen mit der vorhergehenden. Von der gelatinösen Substanz ist keine Spur mehr sichtbar. Die Querdurchschnittsflächen der centralen Bahnen hinterer Nervenwurzeln zwischen weissen Hintersträngen und grauem Hinterhorn, *h* h**, bilden hier noch weniger auffallende Fascikel als in voriger Figur; eben so ist von den Querdurchschnittsflächen der halbcirkelförmigen Fasern der gelatinösen Substanz, *n n*, (resp. deren Fortsetzungen) kaum noch eine Spur zu sehen. Die ganze Masse des grauen Hinterhorns, *o*, *o'* *o''*, besteht vielmehr aus einem, an allen Stellen ziemlich gleich erscheinenden, Gewirre von Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, aus Querdurchschnittsflächen verschieden dicker Bündel von horizontal (von hinten nach vorn) laufenden Fasern, *h+ h+* (centralen Nervenbahnen), vereinzelten grossen Nervenzellen, *m*, und Blutgefässen, *d*. Alle übrigen Theile verhalten sich im Ganzen wie in voriger Figur. Eine genauere Erläuterung ist daher überflüssig.

Die vorstehend erläuterte Figur 15 zeigt einen auffallend grösseren Flächeninhalt als alle vorausgehenden. Begreiflicher Weise werden, im Allgemeinen, die in der beschriebenen Reihenfolge und Richtung genommenen Segmente des Rückenmarks allmählig breiter, je weiter sie von der hinteren Rückenmarks-Oberfläche gegen die Mitte des Rückenmarks-Stücks hin vorwärts fallen. Die Fig. 14 scheint aber schmäler als Fig. 13, und Fig. 16 wiederum schmäler als Figur 15, obgleich man voraussetzen darf, dass die Breite der betreffenden Abschnitte dieser Tafel immer mehr zunehmen muss, je weiter nach vorn liegende Schichten sie darstellen. Die hier Statt findende scheinbare Unrichtigkeit in der Zeichnung erklärt sich daher, dass das gehärtete Rückenmark (s. Taf. 1) eine wellenförmige unregelmässige Oberfläche, nicht aber eine absolute Cylinder- oder Walzen-Form darbietet.

Fig. 16. Längsabschnitt aus der hinteren Hälfte des Rückenmarks, durch die vordersten Schichten der weissen Hinterstränge und zum Theil durch die Commissura posterior und die Basis der grauen Hinterhörner fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur beschriebenen Schichten. Bezeichnungen wie in voriger Figur. Die Veränderungen, welche in dieser Figur, bei einem Vergleiche mit der vorherbeschriebenen Fig. 15, erscheinen, bestehen in Folgendem: Die Fissura longitudinalis posterior, *a*, *a*, erstreckt sich nur durch die oberen $^4/_5$ des Abschnitts; im unteren Fünftel erscheint die Commissura posterior, *s*, entweder weil der Schnitt nicht absolut vertikal

fiel, oder, wie wahrscheinlicher, weil in tieferen Schichten dieses Rückenmarks-Stücks die hintere Commissur der hinteren Rückenmarks-Oberfläche näher liegt als in den höheren. Man unterscheidet hier in der Commissura posterior nur ein undeutliches Gewirre von kurzen Faser-Fragmenten. Die weissen Hinterstränge, *c c*, bestehen in diesen Schichten grösstentheils aus Längsfasern, welche unter einander und der Axe des Rückenmarks parallel laufen. Die schräglaufenden kreuzenden Fasern derselben, wie solche in früheren Segmenten erschienen, sind verschwunden. Die grauen Hinterhörner, *o*, *o*,′ *o*″, bestehen aus einer mehr gleichmässigen Masse von Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, Querdurchschnittsflächen von dickeren und dünneren Faserbündeln, *h*† *h*† (centralen Nervenbahnen), vereinzelten grossen Nervenzellen, *m*, und Blutgefässen, *d*. In den Seitensträngen, *q q*, erscheinen dagegen Faserbündel, welche in solcher Deutlichkeit in keiner der früheren Schichten sichtbar waren; es sind dies kurze Fragmente von Querfaserbündeln der Seitenstränge, *r*, *r*, *r*, *r*, welche an den verschiedensten Stellen zwischen die sich kreuzenden schrägen Längsfasern der Seitenstränge, *q*† *q*† und *q** *q**, gleichsam eingewoben sind. Diese Querfaserbündel der Seitenstränge sind zahlreicher, je näher der grauen Substanz; sie nehmen an Zahl ab, je näher der seitlichen Oberfläche des Rückenmarks resp. des Segments, und sind zwischen den oberflächlichen seitlichen Schichten der Seitenstränge, *q*′, *q*′, die grösstentheils aus parallelen Längsfasern bestehen, in höchst unbedeutender Zahl oder gar nicht vorhanden. Im übrigen verhält sich diese Figur, wie die vorhergehende.

Fig. 17. Längsabschnitt aus der hinteren Rückenmarks-Hälfte, durch die Commissura posterior und zum Theil durch die Substantia gelatinosa centralis, durch die Basis des grauen Hinterhorns und nahe hinter der Mitte der Seitenstränge her fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur beschriebenen Schichten. In dieser Figur ist von Fissura longitudinalis posterior und weissen Hintersträngen begreiflicher Weise keine Spur mehr vorhanden. Dagegen erscheint an deren Stelle die Commissura posterior *s*, *s*, und, als hellere Massen in unregelmässiger Weise zwischen den Fasern, die Substantia gelatinosa centralis, *t*, beide nicht scharf von einander abgegränzt, resp. nicht deutlich von einander unterscheidbar, wie das der Natur der Sache nach bei so schwacher Vergrösserung nicht füglich anders sein kann. Die hellen Stellen in und nahe der Mittellinie des Abschnitts sind zum Theil Blutgefässe. Das graue Hinterhorn, *o*, *o*′, *o*″, enthält, ausser vereinzelten grossen Nervenzellen, *m*, und kurzen Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, eine grosse Menge von Querdurchschnittsflächen von horizontal laufenden Bündeln der centralen hinteren Nervenbahnen, *h*† *h*†, in Form dunkler Massen von grösserem oder kleinerem Umfang, meist nur als dickere oder dünnere dunkle Punkte erscheinend, die der ganzen grauen Substanz ein oft regelmässig oder gleichmässig geflecktes, resp. dunkel punktirtes Ansehen geben. Zwischen diesen Querdurchschnittsflächen aber sieht man auch Querfasern, die durch lange Strecken in Continuität in mehr gerader oder geschlängelter Richtung von innen nach aussen verlaufen, d. h. von den verschiedenen Punkten des grauen Hinterhorns aus in die Seitenstränge einstrahlen, *u*, *u*, *u*, *u*, und hierin aus der horinzontalen Richtung in die vertikale umbeugen. Diese Fasern dringen in die Seitenstränge, *q*, *q*, in verschiedene Tiefen, d. h. der seitlichen Oberfläche des Rückenmarks mehr oder weniger nahe, ein, bevor sie sich umbeugen, und zwar in mehr oder weniger horizontaler Richtung; sie bilden alsdann in dieser Strecke ihres Verlaufes die Querfasern der Seitenstränge, *r*, *r*, *r*, oder sie beugen alsbald nach dem Eintritt in die Seitenstränge, d. h. nahe an der seitlichen Gränze der grauen Substanz, aus der horizontalen in die longitudinale Richtung um, und erscheinen hier in viel auffallenderer Weise als die aus der horizontalen in die longitudinale Richtung umbeugenden Fasern der Seitenstränge, *r*†, *r*†, *r*†, *r*†, welche aus diesen in die graue Substanz eintreten, oder vielmehr umgekehrt: als Fasern die aus der grauen Substanz in querer (und horizontaler) Richtung in die Seitenstränge einstrahlen, und in letzteren sich in die longitudinale Richtung umbeugen. Diese aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden Fasern bilden mit den übrigen schräglaufenden und sich kreuzenden Längsfasern der Seitenstränge, *q*† *q*† und *q** *q**, nächst der grauen Substanz ein vielfach verflochtenes Netzwerk von Fasern der verschiedensten Richtungen (bei *r*†, *r*†, *r*†). Die seitlichen, der Oberfläche zunächst gelegenen, Faserbündel der Seitenstränge, *q*′, *q*′, laufen auch in diesen Schichten meistentheils untereinander so wie der Axe des Rückenmarks parallel.

Fig. 18. Längsabschnitt aus den vordersten Schichten der hinteren Rückenmarks-Hälfte, durch den Centralcanal und die Basis des grauen Hinterhorns, resp. die hintersten Schichten des grauen Vorderhorns, so wie durch die Mitte der Seitenstränge fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in vorhergehender Figur bezeichneten Schichten. Bezeichnung wie in früheren Figuren.

Die bedeutendste Abweichung im Bau dieses Segments von dem der vorausgehenden besteht in dem, die Mitte desselben der Länge nach einnehmenden, Centralcanal, v, v. Derselbe ist beiderseits durch eine dunkle Linie begränzt, welches die Epithelialschicht des Centralcanals ist. Zwischen dieser Epithelialschicht (zwischen den beiden dunklen longitudinalen Linien) erscheint eine dunkle, ganz fein granulirte Masse, welche grossentheils den Centralcanal ausfüllt, und nur an wenigen Stellen ist diese Masse nicht vorhanden, d. h. nur an wenigen Stellen erscheint der Centralcanal leer. Diese dunkle Masse ist der (abnorme) Inhalt des Centralcanals, aus Blutzellen grösstentheils zusammengesetzt. Nächst der Epithelialschicht des Centralcanals nach aussen ist, namentlich in dem mittleren und oberen Theil der Figur, eine fein granulirte Masse sichtbar; dies ist die Substantia gelatinosa centralis, t. Weiter nach aussen erscheint eine verworrene Masse, kurze Faser-Fragmente verschiedener Richtungen, untermischt mit Querdurchschnittsflächen wo Fasern, die als Fasern der hinteren Commissur, s, s, (zum Theil auch der vorderen) zu deuten sind. Eine grosse Zahl von Blutgefässen, d, zeigt sich als helle breite Streifen in verschiedenen Richtungen. In der grauen Substanz, o, o' o'', der Basis der grauen Hinterhörner, sieht man viele vereinzelte grosse Nervenzellen, m, m; ferner, ausser einer verworrenen Masse von Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, die Querdurchschnittsflächen centraler hinterer Nervenbahnen, $h\dagger$, $h\dagger$, $h\dagger$, als dunkle Punkte in die verschiedensten Stellen der grauen Substanz gleichsam eingestreut. Sehr auffallend sind die aus der grauen Substanz in die Seitenstränge einstrahlenden Fasern, u, u, u, welche man durch lange Strecken (oft durch den grössern Theil der Breite der grauen Substanz) in Continuität bis in die Seitenstränge sich fortsetzen sieht. In den Seitensträngen, q, q, beugen diese Fasern bogenförmig entweder von unten nach oben um, u'', u'', $r\dagger$, oder, umgekehrt, sie beugen von oben nach unten um, u', u', $r\dagger$, und die ganze Masse der aus der grauen Substanz in die Seitenstränge, resp. der aus den Seitensträngen in die graue Substanz eintretenden Fasern bildet nächst der Gränze beider (der Seitenstränge und der grauen Substanz) ein vielfach verflochtenes Netzwerk von, in den verschiedensten Richtungen sich durchkreuzenden, Fasern, r^*, $r\dagger$, $r\dagger$, durch welches auch eine scharfe Gränze zwischen grauer und weisser Substanz aufgehoben wird. Man verfolgt aus diesem Netzwerk oft auffallende Bündel der Seitenstränge, welche als schräge Längsfasern von unten und aussen nach oben und innen tief in die graue Substanz eintreten, r'', r'', und umgekehrt, lange Strecken hindurch in ununterbrochener Continuität. Im Uebrigen verhalten sich die Seitenstränge, wie in voriger Figur.

Fig. 19. Längsabschnitt aus den vordersten Schichten der hinteren Hälfte des Rückenmarks, durch den Centralcanal und theilweise vor ihm her, so wie durch die hintersten Schichten des grauen Vorderhorns und die Mitte der Seitenstränge hindurch fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in vorhergehender Figur bezeichneten Schichten.

Diese und die vorhergehende Figur sind als die Repräsentanten der vordersten Gränzschichten der hinteren Rückenmarks-Hälfte anzusehen.

Durch ein Versehen des Lithographen ist diese Figur verkehrt gestellt worden; das untere gehört zu oberst und umgekehrt. Bezeichnungen wie in den vorigen Figuren. Eben so wie in voriger Figur fällt der, die Mitte des Segments grösstentheils einnehmende, Centralcanal, v, v, auf, welcher hier als fast ganz leerer Spalt erscheint. Die beiden dunklen Linien, welche den Centralcanal begränzen, sind die Epithelialschicht des Centralcanals. Der Canal reicht nur bis zum oberen Viertel des Segments, wo der Schnitt vor dem Canal her fiel, und das Segment also die vor dem Centralcanal liegende Substantia gelatinosa centralis, t', zeigt. Zu beiden Seiten des Centralcanals, resp. der Substantia gelatinosa centralis (t'), vor demselben und zur Seite desselben (t), erscheint ein breites Bündel von Längsfasern, in fast $^2/_3$ des Segments gleichsam den Centralcanal sammt Substantia gelatinosa centralis beiderseits begränzend. Dies sind Theile der hintersten Faserbündel der weissen Vorderstränge, w w, welche dicht vor

und zu beiden Seiten des Centralcanals längs des ganzen Rückenmarks angetroffen werden. Die übrigen Verhältnisse der grauen Substanz und der Seitenstränge zeigen sich, wie in der vorhergehenden Figur. Die Bezeichnungen, deren Erläuterung daselbst genauer gegeben ist, machen daher eine ausführlichere Erklärung hier überflüssig.

Das Gewirre der in den Seitensträngen sich durchkreuzenden Längs- und Quer-Fasern der verschiedensten Richtungen ist in dieser Figur noch auffallender als in den vorhergehenden. Die schräg sich durchkreuzenden Längsfasern der Seitenstränge, q^{+} q^{+}, q^{*} q^{*}, sind wiederum in querer (horizontaler) Richtung, in noch höherem Maase als in voriger Figur, durchkreuzt von den Fasern, die aus der grauen Substanz quer in die Seitenstränge einstrahlen, *u*, *u*, *u*, *u*, *r*, *r*, *r*, r^{+}, r^{*} (oder umgekehrt); diese Fasern bilden in diesem letzten Segmente noch dickere Fascikel als in den früher beschriebenen; man bemerkt zwischen den schrägen Längsfasern der Seitenstränge selbst (als Gruppen dunkler Punkte) Schräg- und Querdurchschnittsflächen dieser Faserbündel, welche aus der verticalen (Schnitt-) Ebene nach vorn oder nach hinten umbeugen, um in weiter nach vorn oder nach hinten gelegenen (Vertical-) Ebenen entweder nach der Oberfläche der Seitenstränge hin, oder in tiefer oder höher gelegenen Schichten derselben zu verlaufen.

Erklärung der dreizehnten Tafel.

Diese Tafel kann betrachtet werden als Repräsentant der Verschiedenheiten im Bau des hinteren Viertels der vorderen Rückenmarks-Hälfte, wie solche auf Abschnitten, Schicht für Schicht genommen, von hinten nach vorn vorschreitend, allmählig in die Erscheinung treten. Die (imaginairen) Gränzschichten des hier zu beschreibenden Rückenmarks-Theils sind in folgender Weise zu bezeichnen: die hinterste Schicht wird gebildet durch ein Segment, das dicht vor dem Centralcanal her, durch die hintersten Schichten des grauen Vorderhorns und durch die Mitte der Seitenstränge, resp. nahe vor der Mitte der Seitenstränge her fällt. Die vorderste Schicht wird gebildet durch ein Segment, welches durch den Grund der Fissura longitudinalis anterior, dicht vor der Commissura anterior her (zum Theil durch ihre seitlichen, resp. nach vorn austretenden Fasern hindurch), ferner durch den mittleren Theil der grauen Vorderhörner und durch die Seitenstränge, zwischen deren Mitte und vorderem Drittheil, hindurch fällt.

Fig. 20. Längsabschnitt aus den hintersten Schichten der vorderen Hälfte des Rückenmarks, unmittelbar vor dem Centralcanal her durch die hintere Gränze der grauen Vorderhörner und etwa durch die (imaginäre) Mitte der Seitenstränge fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in Fig. 19 bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile wie in den früheren Figuren. Statt des Centralcanals, welcher in beiden vorhergehenden Figuren die Mitte einnahm, sehen wir jetzt die unmittelbar vor dem Centralcanal gelegene Substantia gelatinosa centralis, *t*, *t*, in der Mitte der Figur der Länge nach befindlich. *) Zu beiden Seiten dieser Substanz erscheinen zwei sehr auffallende Fascikel von Längs-Fasern, die zum Theil unter einander und der Axe des Rückenmarks parallel laufen, zum Theil in schiefen Winkeln sich durchkreuzen. Es sind dieses die hintersten, dicht vor und zu beiden Seiten des Centralcanals gelegenen, Bündel der weissen Vorderstränge, *w*, *w*, *w*. Die weiter nach aussen gelegene graue Substanz, resp. hinteren Schichten der grauen Vorderhörner, o^{*}, o^{*}, verhält sich wie in den vorhergehenden Figuren; sie besteht aus einem Fasergewirre, einzelnen grossen Nervenzellen, *m*, *m*, *m*, Querdurchschnittsflächen centraler Nervenbahnen, h^{+}, h^{+}, welche horizontal von hinten nach vorn verlaufen, und, am meisten auffallend, aus Querfasern der grauen Substanz, welche in die Seitenstränge einstrahlen, *u*, *u*, *u*, *u*, und lange Strecken hindurch in Continuität von verschiedenen Punkten der grauen Substanz an bis in die Seitenstränge evident verfolgt werden können. In den Seitensträngen, *q*, *q*, verhalten sich die oberflächlichen Faserschichten, q' q', wie in den vorigen Figuren; eben so die, aus sich kreuzenden schrägen Längsfasern bestehenden, tieferen Schichten der Seitenstränge, q^{+} q^{+}, q^{*} q^{*}. Auch die Querfa-

*) Im untersten Viertel dieser Figur erscheint noch eine Spur des Centralcanals, erfüllt von körniger Masse, aber erkenntlich durch die beiden dunklen parallelen Fragmente seiner Gränzlinien, die Epithelialschicht dieses Canals.

sern der Seitenstränge, *r*, *r*, so wie die aus der horizontalen in die verticale Richtung umbeugenden Fasern der Seitenstränge, *r*†, *r''*, *r**, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 21. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die vordersten Schichten der Substantia gelatinosa centralis und theils durch die hintersten Schichten der Commissura anterior fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Bezeichnung wie in vorhergehender Figur. Die auffallendsten Verschiedenheiten der in dieser Figur dargestellten Segmente von den in vorhergehender Figur erläuterten bestehen darin, dass sowohl die hintersten Bündel der weissen Vorderstränge, *w w*, wie auch die vordersten Schichten der Substantia gelatinosa centralis, *t*, *t*, von einer Masse von Querfasern oder ein wenig schräg laufenden Querfasern durchsetzt sind, die jene erstgenannten Faserbündel in mehr oder weniger rechten Winkeln durchkreuzen. Diese Querfasern sind die hintersten Faserbündel der Commissura anterior, *x*, *x*. Dieselben erstrecken sich beiderseits jener hintersten Bündel der weissen Vorderstränge kürzere oder längere, doch meist nur kurze, Strecken in Continuität, und ragen theils ein wenig über die Mittellinie des Segments hinaus in die entgegengesetzte Seitenhälfte, theils in das graue Vorderhorn der gleichnamigen Seitenhälfte hinein. Alle übrigen Verhältnisse sind ganz oder fast ganz wie in der vorhergehenden Figur, daher eine genauere Erläuterung durch die Bezeichnungen überflüssig erscheint. Im grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sieht man grosse Nervenzellen, sowohl vereinzelt, *m*, *m*, wie auch Gruppen grosser Nervenzellen, *m**.

Fig. 22. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die Mitte resp. hintere Hälfte der Commissura anterior fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in vorhergehender Figur bezeichneten Schichten.

Die Abweichungen, welche die, durch vorliegende Figur repräsentirten, Segmente von den in Fig. 20 u. 21 dargestellten bieten, bestehen hauptsächlich in Folgendem: Längs der ganzen Mitte des Segments erscheint eine unentwirrbare Masse von, in den verschiedensten Richtungen laufenden, Fasern, welche man als schräglaufende Längsfasern, oder doch vorzugsweise als schräglaufende Querfasern bezeichnen kann, die sich aber unter einander in den verschiedensten Winkeln durchkreuzen; es sind dieses die, die hinteren Schichten der Commissura anterior, *x*, *x*, bildenden, Fasern. Man gewahrt evident, wie diese Fasern nicht blos sich selbst untereinander, sondern auch die vor dem Centralcanal und zu beiden Seiten desselben befindlichen hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge, *w*, *w*, auf die mannichfaltigste Weise durchkreuzen. Von der Mitte des Segments verfolgt man einzelne Fasern und Faserbündel, in ungetrennter Continuität, bald in die rechte bald in die linke Seitenhälfte, in kürzerer oder längerer Strecke, bis in die graue Substanz, *o** *o** (Vorderhorn) hinein. Dieses sind die eintretenden Fasern der Commissura anterior, *x'*, *x'*, *x'*. Die hintersten Längsfaserbündel der weissen Vorderstränge bestehen auch in diesem Segmente grossentheils zwar aus Längsfasern; dieselben kreuzen sich aber in schiefen Winkeln an vielen Stellen, wie in dieser Figur deutlich genug vor Augen tritt. Ausserdem beugen viele ihrer Fasern an verschiedenen Punkten aus der longitudinalen Richtung in die horizontale um, und in vorliegender Figur erscheint ein solches Fascikel von, aus der Längsrichtung in die quere Richtung umbeugenden, Fasern der hintersten Bündel weisser Vorderstränge, *w**, sehr auffallend. Die übrigen Verhältnisse im grauen Vorderhorn und den Seitensträngen, *q*, *q*, erscheinen im Ganzen eben so, wie in den beiden vorhergehenden Figuren. Ein isolirtes Bündel schräger Längsfasern der Seitenstränge innerhalb des grauen Vorderhorns, *r''* *r''*, ist noch besonders auffallend entwickelt.

Fig. 23. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die Mitte resp. vordere Hälfte der Commissura anterior fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Im Allgemeinen weicht auch diese Figur von den drei vorhergehenden nicht auffallend, und von der unmittelbar vorhergehenden nur ganz wenig ab. Die längs der ganzen Mitte des Segments sich erstreckende Masse der Commissura anterior, *x*, *x*, zeigt sich auch noch in diesem Segmente grösstentheils aus schräg sich durchkreuzenden Querfasern zusammengesetzt. Jedoch sieht man zwischen denselben solche, die mehr der Länge nach schräg verlaufen, oder aus der queren Richtung, auf eine kürzere oder längere Strecke hin, in die longitudinale Richtung umbeugen. Ausserdem sieht man, zwischen den Fasern in Continuität, Querdurchschnittsflächen von Fasern, — als dunkle Punkte oder rund-

liche oder unregelmässige dunkle Massen, eingestreut zwischen den in Continuität sichtbaren Fasern — welche von hinten nach vorn verlaufen. Die Fasern der Commissura anterior kreuzen beiderseits vielfach die hintersten Fascikel der weissen Vorderstränge, *w*, *w*, welche sich hier wie in den vorigen Segmenten verhalten. Jenseits der genannten Fascikel verfolgt man die Fasern der Commissur kürzere oder längere Strecken in Continuität bis in das graue Vorderhorn hinein; es sind dieses zum Theil eintretende, vorzüglich aber die austretenden Fasern der Commissura anterior, *x''*, *x''*, *x''*. Im grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sieht man, nächst den Seitensträngen, *q*, *q*, ausser vereinzelten grossen Nervenzellen *m*, *m*, ganze Gruppen von solchen. Es sind dieses die Nervenzellen der hinteren Schichten der hinteren Nervenzellen-Gruppe des grauen Vorderhorns, *m** *m**. Die übrigen Verhältnisse in grauer Substanz und den Seitensträngen zeigen sich wie in den vorher beschriebenen Figuren, und durch die Bezeichnungen wird eine speciellere Erläuterung überflüssig. Noch ein Punkt fällt in diesen Segmenten auf, welcher in den früheren dieser Tafel nicht erschien. An der Gränze zwischen grauem Vorderhorn und den Seitensträngen sieht man dunkle Massen, Querdurchschnittsflächen horizontal von hinten nach vorn laufender Faserbündel, in Form dunkler Punkte oder Massen. Es sind dieses hauptsächlich die Querdurchschnittsflächen der vorderen centralen Nervenbahnen innerhalb des hinteren Theils der grauen Vorderhörner, *h** *h**.

Fig. 24. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die vorderen Schichten der Commissura anterior fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die hauptsächlichen Unterschiede dieser Figur von der vorhergehenden bestehen in Folgendem: Die längs der ganzen Mitte des Segments sich erstreckende Commissura anterior, *x*, *x*, zeigt nur ganz kurze Faserstrecken der allerverschiedensten Richtungen in Continuität, und Schräg- und Querdurchschnittsflächen von Fasern zwischen jenen in zahlloser Menge, also viel weniger lange Faser-Continuitäten und viel mehr Querdurchschnittspunkte von Fasern, als in den drei vorhergehenden Figuren. Die Commissur wird beiderseits begränzt von den hinteren Lagen der weissen Vorderstränge, *w'*, *w'*, wohl zu unterscheiden von den isolirten (abgeschnürten) hintersten Faserbündeln weisser Vorderstränge, die in den vier früheren Figuren dicht vor und zu beiden Seiten des Centralcanals herlaufend erschienen. In den hinteren Faserlagen der weissen Vorderstränge (*w' w'*) unterscheiden wir hauptsächlich schräglaufende und in schiefen Winkeln sich durchkreuzende Längsfasern; aber auch querverlaufende Fasern, die wiederum die Längsfasern in fast rechten Winkeln kreuzen, sieht man an verschiedenen Stellen, besonders an der Gränze der grauen Substanz und des weissen Vorderstrangs, in mehr oder weniger langen Fragmenten. Diese letztgenannten Fasern müssen zum Theil als eintretende, hauptsächlich aber als die austretenden Fasern der Commissura anterior, *x''*, *x''*, *x''*, angesehen werden. In den weissen Vordersträngen dieser Schichten sieht man endlich Fasern, die aus der queren Richtung in die longitudinale umbeugen, an verschiedenen Stellen, die, um die Figur nicht mit Bezeichnungen zu überladen, hier nicht speciell bezeichnet worden sind. In dem grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sieht man, ausser den vereinzelten grossen Nervenzellen, *m*, *m*, vorzüglich (die ganze seitliche, äussere Hälfte des grauen Vorderhorns erfüllend) eine dicht gelagerte Masse grosser Nervenzellen. Diese bilden hier die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *m**, *m**, *m**. Längs der Gränze des grauen Vorderhorns und der Seitenstränge erscheint eine dunkle Reihe von Querdurchschnittsflächen centraler vorderer Nervenbahnen, *h** *h** *h**. Im Uebrigen verhält sich diese Figur wie die vorhergehenden, und die Bezeichnungen machen eine genauere Erklärung überflüssig.

Fig. 25. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, dicht vor der Commissura anterior her durch den Grund der Fissura longitudinalis anterior fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile.

Von der Commissura anterior ist begreiflicher Weise in diesen Schichten keine Spur mehr vorhanden. An deren Stelle, längs der Mitte des Segments, erscheint die Fissura longitudinalis anterior, *a'*, *a'*, hier durch eine schwarze Linie kenntlich, erzeugt durch die Pia mater, welche den Längsspalt ausfüllt. Im untersten Theil des Abschnitts erscheint noch eine Spur der vorderen Commissur. Zu beiden Seiten der genannten Fissur sieht man die (hinteren) Fascikel der weissen Vorderstränge, *w'*, *w'*, in Ganzen

eben so aus sich kreuzenden schräglaufenden Längsfasern, Querfasern und umbeugenden Fasern bestehend, wie bei der vorhergehenden Figur angegeben worden ist; nur ist der Flächeninhalt dieser Schichten der Vorderstränge begreiflicherweise breiter, weil der Schnitt weiter nach vorn fällt. Quer- und Schrägfasern, die aus diesen Theilen der Vorderstränge in das graue Vorderhorn eintreten, oder umgekehrt, sind theils als austretende Fasern der Commissura anterior, *x″ x″*, zu betrachten, anderntheils als Fasern, welche aus dem grauen Vorderhorn in querer Richtung in die weissen Vorderstränge eintreten und hier in die longitudinale Richtung sich umbeugen.

Im grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sieht man die hintere oder äussere Gruppe grosser Nervenzellen, *m**, *m**, jedoch sind die Nervenzellen minder zahlreich als in der vorigen Figur vorhanden, weil das Segment in letzgenannter durch die Mitte der Gruppe, in vorliegender Figur aber durch den vordern Theil der Gruppe fällt, in welchem die Zahl der Nervenzellen geringer ist. Alle übrigen Theile des grauen Vorderhorns, so wie der vordern Lagen der Seitenstränge, *q q*, verhalten sich wie in den vorhergehenden Figuren, und die Bezeichnungen machen eine speciellere Erklärung überflüssig.

Erklärung der vierzehnten Tafel.

Die auf dieser Tafel dargestellten Figuren bilden die Repräsentanten derjenigen Texturverschiedenheiten des vordersten Viertels der vorderen Rückenmarks-Hälfte, wie solche bei der Zerlegung, Schicht für Schicht, in der betreffenden Richtung von hinten nach vorn vorschreitend, allmählig in die Erscheinung treten. Streng genommen bildet die hier darzustellende Parthie der vorderen Rückenmarks-Hälfte nicht gerade genau das vordere Viertheil des Rückenmarks, sondern wohl noch mehr als ein Dritttheil seiner Dicke; indessen kommt es gar nicht darauf an, ob die imaginairen hier angenommenen vier Gränzen absolut je ein Viertheil der Dicke des Rückenmarks begränzen, oder etwas mehr oder weniger seiner Dicke in sich begreifen. Die Hauptgränzen sind genau durch den Bau des Rückenmarks vorgezeichnet. So umfassen also die im Folgenden zu beschreibenden Segmente alle diejenigen, welche zwischen dem Fundus Fissurae anterioris und der vorderen Oberfläche des Rückenmarks aus letzterem, Schicht für Schicht, genommen wurden.

Fig. 26. Längsabschnitt aus den hinteren Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, nahe vor dem Grunde der Fissura longitudinalis anterior her fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in Fig. 25 bezeichneten Schichten.

Zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis anterior, *a′ a′*, erscheinen die hintern Lagen der weissen Vorderstränge, *w′*, *w′*, weit breiter als in der vorhergehenden Figur. Dieselben zeigen hier schräglaufende und sich durchkreuzende Längsfasern, *w† w†* und *w* w**, und Querdurchschnittsflächen von dickeren und dünneren Faserbündeln, welche von hinten nach vorn verlaufen, und als Gruppen dunkler Massen zwischen den in Continuität sichtbaren Längsfasern erscheinen. Diese Fasern in Continuität und die Querdurchschnittsflächen von Faserbündeln zwischen jenen bieten in diesen Schichten ein ähnliches Bild, wie solches in den mittleren Schichten der weissen Hinterstränge erschien, und in Fig. 5—8 der Taf. XI. dargestellt und oben genauer beschrieben worden ist. Dass jene Gruppen dunkler Massen als die Querdurchschnittsflächen centraler vorderer Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge, zum Theil aber auch als Faserbündel, welche aus dem grauen Vorderhorn in die weissen Vorderstränge quer einstrahlen und hier sich in die longitudinale Richtung umbeugen, gedeutet werden müssen, ist nicht schwer darzulegen. In dem grauen Vorderhorn, *o* o**, sieht man eine grosse Anzahl von Nervenzellen, welche theils zu der hinteren und äusseren, hauptsächlich aber zu der vorderen und inneren Gruppe grosser Nervenzellen, *m***, *m***, *m***, gehören. An der inneren Gränze des grauen Vorderhorns und der weissen Vorderstränge erscheinen Fasern, die aus dem grauen Vorderhorn in die weissen Vorderstränge einstrahlen, und sich aus der queren in die longitudinale Richtung umbeugen, *y*, *y*, oder vice versa; zwischen diesen stechen eine grosse Menge von Querdurchschnittsflächen von dickeren und dünneren Faserbündeln hervor, als dunkle, dicht gruppirte Massen, welche als die Querdurchschnittsflächen centraler vorderer Nervenbahnen, *h* h**, *h**, zu deuten sind. Die übrigen Verhältnisse des grauen Vorderhorns, so wie der vorderen Lagen der Seitenstränge, *q*, *q*, verhalten sich wie in den vorausgegangenen Figuren. Eine genauere Erklärung wird durch die Bezeichnung überflüssig.

Fig. 27. Längsabschnitt aus der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die Mitte der Fissura longitudinalis anterior und die vorderen Schichten des grauen Vorderhorns fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in der vorhergehenden Figur bezeichneten Schichten.

Die zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis anterior, *a'*, *a'*, liegenden weissen Vorderstränge, *w' w'*, sind breiter als die gleichnamigen Theile der vorhergehenden Figur; sie erscheinen aber übrigens eben so in Bezug auf ihre Structur; die Bezeichnungen, verglichen mit der Beschreibung der vorigen Figur, machen eine nochmalige Erläuterung hier überflüssig. Die Querdurchschnittsflächen von Faserbündeln zwischen den in Continuität erscheinenden schräglaufenden Längsfaser-Fascikeln der weissen Vorderstränge, resp. an der inneren Gränze des grauen Vorderhorns und der weissen Vorderstränge, sind aber in der vorliegenden Figur bedeutend voluminöser, als in der vorhergehenden, und einzelne drängen sich in sehr auffallender Dicke zwischen die Längsbündel der Vorderstränge ein. Diese Querdurchschnittsflächen der centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln, *h**, *h**, *h**, nehmen hier einen guten Theil des Flächeninhalts ein, welchen in voriger Figur das graue Vorderhorn inne hatte. Das graue Vorderhorn, *o**, *o**, ist in diesen Schichten bedeutend verschmälert; man sieht darin aber sowohl noch die vordere oder innere Gruppe grosser Nervenzellen, *m* m**, als auch die übrigen Fasern und Durchschnittsflächen von Faserbündeln, wie in der vorhergehenden Figur. Die Bezeichnungen machen eine genauere nochmalige Erklärung überflüssig. Am oberen Rande des Segments ist vom grauen Vorderhorn keine Spur mehr vorhanden. Statt dessen sieht man die der vordern Gränze des grauen Vorderhorns zunächst liegenden Bündel der weissen Vorderstränge, *w''*, welche nach innen in die (nächst der Fissura longitudinalis anterior gelegenen Theile der) weissen Vorderstränge (*w'*, *w'*) und nach aussen in die vordersten Bündel der Seitenstränge, *q'*, *q'*, ohne durch scharfe Gränzen von jenen oder diesen geschieden zu sein, übergehen, resp. mit beiden verbunden sind. Die der Fissura longitudinalis anterior unmittelbar anliegenden Fascikel der weissen Vorderstränge bestehen in diesen Schichten meist aus parallel laufenden Längsfasern. Die Seitenstränge verhalten sich wie in früher beschriebenen Schichten.

Fig. 28. Längsabschnitt aus der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die vordersten Schichten des grauen Vorderhorns fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis anterior, *a'*, *a'*, gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w'*, *w'*, sind noch breiter als in der vorigen Figur; übrigens aber verhält sich ihr Faserlauf eben so wie in Fig. 27. Das dort Gesagte, verglichen mit den Bezeichnungen vorliegender Figur, macht jede weitere Erklärung überflüssig. Die vordersten Schichten des grauen Vorderhorns, *o**, *o**, erscheinen nur in den beiden unteren Dritteln des Segments; im oberen Drittel sieht man die vor dem grauen Vorderhorn zunächst verlaufenden Bündel der weissen Vorderstränge, *w''*, die ohne scharfe Gränze in die vordersten Bündel der Seitenstränge, *q'' q''*, welche man aber auch eben so wohl als die hintersten Bündel der (an der seitlichen Rückenmarks-Oberfläche gelegenen Theile der) weissen Vorderstränge betrachten kann, übergehen. Die zahlreichen Zellen der vorderen grossen Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns, *m* m**, erscheinen auch in diesen Schichten noch auffallend; eben so die schräg- und querlaufenden Fasern des grauen Vorderhorns, *u*, *u*, welche hier nichts Anderes sind als Theile centraler vorderer Nervenbahnen; ferner die bogenförmig aus dem grauen Vorderhorn in die inneren Fascikel der weissen Vorderstränge (beiderseits der Fissura longitudinalis anterior) einstrahlenden, und hier in die Längsrichtung sich umbeugenden Fasern, *y*, *y*. Zwischen letztgenannten Faser-Fascikeln, resp. an der Gränze des grauen Vorderhorns und des inneren Theils der weissen Vorderstränge, sieht man die Querdurchschnittsflächen der centralen vordern Nervenbahnen, *h* h**, *h**, *h**, in zahlreichen und auffallenden Bündeln. Einige derselben, minder umfangreich, sind auch zwischen dem grauen Vorderhorn und den seitlichen Theilen der weissen Vorderstränge, resp. den vordersten Bündeln der Seitenstränge erkenntlich (*h†*, oberhalb *m***). Die übrigen Bezeichnungen machen eine noch genauere Erklärung überflüssig.

Fig. 29. Längsabschnitt aus der vorderen Rückenmarks-Hälfte, dicht vor der vorderen Gränze des grauen Vorderhorns her fallend, ein wenig weiter nach vorn als die in vorhergehender Figur bezeichneten Schichten. Die zu beiden Seiten der Fissura longitudinalis anterior,

a' a', gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w'*, *w'*, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur. Die dicht vor dem grauen Vorderhorn herlaufenden Fascikel der weissen Vorderstränge, *w''*, *w''*, *w''*, *w''*, erscheinen als Fascikel aus schräglaufenden und sich vielfach durchkreuzenden Längsfasern bestehend. Zwischen denselben, wie eingekeilt gleichsam, sieht man die umfangreichen, meist oval gestalteten, dunklen Massen der Querdurchschnittsflächen der centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge, *h**, *h**, *h**, *h**. Im unteren Theil des Segments tritt noch eine geringe Spur des grauen Vorderhorns, *o**, auf, in welcher die vordersten Schichten der vorderen Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, *m***, sichtbar sind. Der seitliche Theil der weissen Vorderstränge (zunächst vor den Seitensträngen), *w'''*, *w'''*, besteht aus schräg sich durchkreuzenden Längsfasern *w††*, *w††*, und *w***, *w***, in den tieferen Schichten; in den der Rückenmarks-Oberfläche zunächst gelegenen Schichten verlaufen aber deren Längsfasern meistens untereinander und mit der Axe des Rückenmarks parallel; ganz so, wie das in den vorausgehenden Figuren von den Faserbündeln der Seitenstränge (*q q*) angegeben worden ist. Zwischen den eben genannten schrägen Längsfasern der weissen Vorderstränge sieht man, ausser den grossen Massen von Querdurchschnittsflächen der vorderen centralen Nervenbahnen, auch noch kleinere Gruppen solcher Querdurchschnittsflächen (als dunkle Punkte oder Flecke) an verschiedenen Stellen eingestreut. Dieselben sind hier nicht speciell bezeichnet worden. Sie sind aber zum Theil als zu den centralen vorderen Nervenbahnen gehörig zu betrachten, anderntheils als Durchschnitte solcher Fasern anzusehen, welche aus dem grauen Vorderhorn in die weissen Vorderstränge von hinten nach vorn einstrahlen, und hier aus der queren Richtung sich in die longitudinale umbeugen.

Fig. 30. Längsabschnitt aus den vorderen Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, vor dem grauen Vorderhorn her durch die weissen Vorderstränge, in der Mitte zwischen vorderer Rückenmarks-Oberfläche und der vorderen Gränze des grauen Vorderhorns her, fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten (durch ein Versehen des Lithographen ist diese Figur verkehrt gezeichnet, das Untere zu Oberst gesetzt, was aber hier von keiner Bedeutung ist). Da der Schnitt ein wenig schräg fiel, so ist in dem obersten Rande des Segments noch eine geringe Spur grauer Substanz (*o**) vorhanden. Uebrigens aber ist im ganzen Segment vom grauen Vorderhorn keine Spur mehr sichtbar. Die zunächst der Fissura longitudinalis anterior *a'*, *a'*, gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w'*, *w'*, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur; jedoch bestehen ihre Fascikel vorzugsweise aus parallel laufenden Längsfasern, und die Zahl der in schräger Richtung sich kreuzenden Längsfasern, wie solche in den vorigen Figuren erschienen, hat bedeutend abgenommen. Die Querdurchschnittsflächen der centralen vorderen Nervenbahnen, *h**, *h**, *h**, *h**, innerhalb der vor der grauen Substanz gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w'' w''*, liegen hier in drei Reihen fast regelmässig nebeneinander, ovale, dunkle, umfangreiche Massen bildend. Die der seitlichen Oberfläche des Rückenmarks näher gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w'''*, *w'''*, verhalten sich eben so wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 31. Längsabschnitt aus den vorderen Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, durch die vorderen Schichten der weissen Vorderstränge, ziemlich nahe der vorderen Oberfläche des Rückenmarks, fallend, ein wenig weiter nach vorn, als die in vorhergehender Figur bezeichneten Schichten. Die der Fissura longitudinalis anterior, *a' a'*, zunächst gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w' w'*, zeigen noch weniger sich kreuzende schräglaufende Längsfasern als die vorige Figur, sondern vorzugsweise Längsfasern, welche untereinander, resp. der Axe des Rückenmarks parallel laufen. Die Querdurchschnittsflächen der centralen vorderen Nervenbahnen, *h**, *h**, *h**, *h**, innerhalb des mittleren (vor dem grauen Vorderhorn gelegenen) Theils der weissen Vorderstränge (*w'' w''*) verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur. Eben so auch die der seitlichen Rückenmarks-Oberfläche näher gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w''' w'''*, und ihre in verschiedenen Richtungen laufenden Fasern.

Fig. 32. Längsabschnitt aus den vordersten Schichten der vorderen Hälfte des Rückenmarks, nahe der vorderen Oberfläche desselben (diese Figur ist grösser als die vorhergehende, obwohl sie eigentlich etwas kleiner sein sollte. Dies kommt daher, dass sie nach einem Segmente aus einem anderen Rückenmark angefertigt wurde, und nicht aus demselben Rückenmarksstück, welches die Abschnitte zu

allen den für die vorausgehenden Figuren benutzten Segmenten geliefert hatte. Wenn man nemlich das Rückenmark in der bezeichneten Weise von hinten nach vorn, Schicht für Schicht, so weit zerlegt hat, dass nur noch die vordersten Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte übrig bleiben, alsdann ist es nicht mehr möglich, die vordersten Schichten in einzelne feine Abschnitte zu zerlegen, weil der Rest zu dünn geworden, und daher nicht mehr gut zu handhaben ist. Daher ist es nothwendig, zur Erlangung von Segmenten aus den vordersten Schichten der vorderen Rückenmarks-Hälfte, ein noch unversehrtes Stück Rückenmark (aus der unteren Hälfte der Lendenanschwellung) zu benutzen und hier die Zerlegung von der vorderen Fläche an zu beginnen. Es ist aber nicht wohl möglich, stets verschiedene Rückenmarke von absolut gleicher Dicke zu bekommen. Das thut aber auch nichts zur Sache, ob ein Rückenmark ein wenig dicker ist, als das andere. Die Structur in beiden ist wesentlich dennoch gleich).

Dieses Segment ist von dem vorhergehenden ein wenig verschieden. Die Fissura longitudinalis anterior, *a' a'*, erscheint als breiter Spalt, welcher durch einen (dunklen, dicken) Fortsatz der Pia mater und Blutgefässe, deren Lumina hier durchschnitten sichtbar sind, erfüllt ist. Die zunächst der Fissur gelegenen Theile der weissen Vorderstränge, *w' w'*, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur, eben so die übrigen Theile der weissen Vorderstränge, *w''* und *w'''*, sammt ihren verschiedenen Faser-Fascikeln. Die Querdurchschnittsflächen der centralen vorderen Nervenbahnen, *h**, *h**, *h**, *h**, bilden hier mehrere noch umfangreichere Reihen von ovalen, scharf begränzten Massen (als in den vorhergehenden Figuren), die von den sie begränzenden Längs-Faserbündeln der weissen Vorderstränge sehr auffallend abstechen.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der fünfzehnten, sechszehnten und siebenzehnten Tafel.

Die allgemeinen Bemerkungen, welche ich oben p. XLI zur Erläuterung der XI.—XIV. Tafel vorausgeschickt habe, können zum Theil auch auf die jetzt zu erklärenden drei Tafeln (XV—XVII) bezogen werden. Daher ich dorthin verweise. Die auf Tafel XV—XVII gegebenen Abbildungen (Fig. 1—28) stellen 15fach linear vergrösserte Längsabschnitte aus der unteren Hälfte der Lendenanschwellung des in Chromsäure gehärteten Kalbs-Rückenmarks vor, welche der Fissura longitudinalis anterior und posterior (sowie der Axe des Rückenmarks) parallel, in der Richtung von hinten nach vorn, Schicht für Schicht, angefertigt wurden. Die ersten Abschnitte wurden aus der Mitte der oberflächlichsten Schicht der Seitenstränge der rechten (oder der linken) Seitenhälfte des $^1/_2$—$^3/_4$'' langen Rückenmarks-Stücks genommen, und dann wurden Schicht für Schicht so lange fernere Abschnitte genommen, bis die ganze eine Seitenhälfte des betreffenden Rückenmarks-Stücks in lauter feine Längsabschnitte in der genannten Richtung zerlegt war, oder: bis die Längsabschnitte durch die Fissura anterior und posterior fielen. Da beide Seitenhälften im Ganzen genommen symmetrisch sind, so versteht es sich von selbst, dass hier nur die Abschnitte einer einzigen Seitenhälfte abgebildet wurden, und dass die Gleichheit der entsprechenden Segmente der anderen Seitenhälfte stillschweigend vorausgesetzt wird. Die Untersuchung und bildliche Darstellung der Segmente geschah nach den oben (p. XLII) erwähnten Grundsätzen. Die für die Tafeln XI—XIV gewählten Bezeichnungen (s. o. p. XLII) gelten auch für die fünfzehnte, sechszehnte und siebenzehnte Tafel.

Erklärung der fünfzehnten Tafel.

Die auf dieser Tafel befindlichen Figuren können betrachtet werden als die verschiedenen hauptsächlichen Schichten der äusseren seitlichen Hälfte des Rückenmarks, wie solche bei Zerlegung durch Längsabschnitte Schicht für Schicht, parallel den Fissuren, allmählig erscheinen. Die Gränzschichten dieses Rückenmarks-Theils lassen sich in folgender Weise bezeichnen. Die äussere seitliche Gränzschicht ist eine natürliche, und wird von dem mittleren Theil der oberflächlichsten Schicht der Seitenstränge gebildet; die innere Gränzschicht dieses Rückenmarks-Theils ist aber nur eine imaginäre, in der Natur nicht vorhanden; sie lässt sich in folgender Weise näher bezeichnen: Ein Längsabschnitt, welcher an der hinteren Oberfläche des betreffenden Rückenmarks-Stücks durch die Eintrittspunkte der hinteren Nervenwurzeln

fällt, alsdann parallel der Axe des Rückenmarks und den Fissuren, in der Richtung von hinten nach vorn, durch die Dicke des Rückenmarks hindurch geht, und schliesslich an der vorderen Oberfläche des Rückenmarks-Stücks durch diejenigen Punkte geführt wird, aus welchen die am meisten nach aussen gelegenen (d. h. von der Fissura anterior am meisten entfernten) oder mittleren Fibrillen der vorderen Nervenwurzeln hervortreten — ein solcher Längsschnitt würde die innere Gränze der hier bezeichneten Hälfte des Rückenmarks-Stücks bilden. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten im Bau der vielen, zwischen den beiden bezeichneten Gränzen enthaltenen Rückenmarks-Schichten, wie solche bei der Zerlegung in Längsabschnitte Schicht für Schicht allmählig von aussen nach innnen in die Erscheinung treten, sind in den Abbildungen der vorliegenden Tafel dargestellt. Alle Figuren dieser und der folgenden beiden Tafeln sind so gestellt, dass der linke Seitenrand des Segments einen Theil der vorderen Oberfläche des Rückenmarks, der rechte Seitenrand einen Theil der hinteren Oberfläche des Rückenmarks bildet.

Fig. 1. Diese Figur stellt einen Längsabschnitt aus dem mittleren Theile der oberflächlichsten Schichten der Seitenstränge dar. An den beiden Seitenrändern des Abschnitts sieht man eine hellere Masse mit dunklen Punkten untermischt. Die hellere Masse ist die Pia mater, die dunklern Punkte sind die Lumina durchschnittener Blutgefässe, *d*, *d*. Das ganze Segment zeigt sich ausserdem aus Längsfasern zusammengesetzt, welche fast alle untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel laufen. Dieses sind die oberflächlichsten Fasern der Seitenstränge, q', q'.

Fig. 2. Längsabschnitt aus den oberflächlichen Schichten der Seitenstränge, ein wenig weiter von der freien seitlichen Oberfläche der Seitenstränge nach den Fissuren hin entfernt, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Zunächst den beiden freien Seitenrändern des Segments sieht man, unmittelbar unter der Pia mater und den Blutgefässen, *d*, *d*, die Längsfasern der Seitenstränge untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel laufend. Es sind dieses die oberflächlichsten Fasern der Seitenstränge, q', q'. Dagegen verlaufen die mehr nach der Mitte des Segments hin liegenden Fasern in mehr schräger Richtung, und bewirken dadurch vielfache Kreuzungen untereinander. Dieses sind die von der seitlichen Oberfläche etwas entfernter liegenden Fasern der Seitenstränge, welche schräg von oben und aussen nach unten und innen verlaufen, $q^\dagger$, $q^\dagger$.

Fig. 3. Längsabschnitt aus den oberflächlichen Schichten der Seitenstränge, etwas weiter nach innen (näher den Fissuren) fallend als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Ausser den oberflächlichen Fasern der Seitenstränge, q', q', welche untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel laufen, sieht man näher der Mitte der Segments, und in dieser selbst, die Längsfasern der Seitenstränge von dem parallelen Lauf bedeutend abweichend, und sich vielfach untereinander kreuzend. Die Fasern erscheinen vorzugsweise in zwei Richtungen, als Längsfasern der Seitenstränge, schräg von oben und aussen nach unten und innen verlaufend, $q^\dagger$, $q^\dagger$, oder als schräg von oben und innen nach unten und aussen verlaufende Längsfasern der Seitenstränge, q^*, q^*.

Fig. 4. Längsabschnitt aus den von der seitlichen freien Oberfläche etwas entfernteren Schichten der Seitenstränge, durch einen Theil der seitlichen Gränzschicht des grauen Vorderhorns fallend, also noch mehr nach innen als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Die oberflächlichen parallelen Längs-Fasern der Seitenstränge, q', q', verhalten sich wie in den vorhergehenden Segmenten. Dagegen bilden die von der Oberfläche entfernter liegenden schräglaufenden Längsfasern der Seitenstränge, $q^\dagger$, $q^\dagger$, und q^*, q^*, viel auffallendere Kreuzungen, als in den beschriebenen vorausgehenden Figuren. Zwischen den sich kreuzenden Längsfasern bemerkt man dunkle Punkte, von verschiedener Form und Gruppirung. Es sind dieses die Querdurchschnittsflächen der querlaufenden Fasern der Seitenstränge, *r*, *r*, *r*. Eine Spur grauer Substanz, einzelne grosse Nervenzellen enthaltend, ist in der linken Hälfte des Abschnitts sichtbar. Dies ist ein Theil der seitlichen Gränzschicht des grauen Vorderhorns, o^*.

Fig. 5. Längsabschnitt aus den tieferen Schichten der Seitenstränge, durch die am meisten nach aussen vorspringende seitliche Gränzschicht des grauen Vorderhorns fallend, ein wenig weiter nach innen, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Bezeichnung wie in den vorhergehenden Figuren. Die am meisten nach aussen gelegene, in die Seitenstränge am meisten vorspringende, Schicht des grauen Vorderhorns, o^* o^*, erstreckt sich durch die ganze Länge des Segments;

man gewahrt darin zahlreiche grosse Nervenzellen, Querdurchschnittsflächen von dickeren oder dünneren Faserbündeln in Form dunkler Punkte, und kürzere oder längere Fragmente einzelner Fasern oder Faserbündel. Die sich kreuzenden schrägen Längsfasern der Seitenstränge, $q\dagger$ $q\dagger$ und q^* q^*, die Querdurchschnittsflächen der Querfasern der Seitenstränge, r, r, r, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 6. Längsabschnitt aus den tieferen Schichten der Seitenstränge, durch die seitlichen Schichten des grauen Vorderhorns und der weissen Vorderstränge hindurch fallend, ein wenig weiter nach innen als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Die in diesem Segment enthaltene Schicht des grauen Vorderhorns, o^*, o^*, ist bedeutend breiter als in den vorhergehenden Segmenten (Fig. 5). Die vereinzelten und gruppenweise gehäuften grossen Nervenzellen darin fallen noch mehr auf; es sind Theile der hinteren grossen Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns, m^*. Zur rechten Seite wird diese graue Substanz von den tieferen Schichten der Seitenstränge begränzt, in welchen sowohl die oberflächlichen Längsfasern der Seitenstränge, q', q', die untereinander so wie der Axe des Rückenmarks parallel laufen, als auch die tiefer liegenden schräglaufenden und sich kreuzenden Längsfasern der Seitenstränge, $q\dagger$, $q\dagger$, und q^*, q^*, und endlich die Querdurchschnittsflächen der (horizontal laufenden) Querfasern der Seitenstränge, r, r, eben so wie in den nächstvorhergehenden Figuren erscheinen. Zur linken Seite der grauen Substanz sieht man die am meisten nach aussen gelegenen Fascikel der weissen Vorderstränge, w''', $w\dagger$, w^*. Da in der Natur eine scharfe Gränze zwischen den vordersten Fascikeln der Seitenstränge und den seitlichen Theilen der weissen Vorderstränge nicht existirt, so könnte man die hier als Vorderstränge angesprochenen Theile auch noch als zu den Seitensträngen gehörig betrachten; jedoch ist das, der Richtung des Segments nach, weniger statthaft; weit eher könnte man schon die in Fig. 5 als Seitenstränge angesprochene Abtheilung (links von der grauen Substanz) zu den weissen Vordersträngen gehörig bezeichnen. Im Grunde genommen kommt aber nicht viel darauf an, wie man diese Theile bezeichnen will. Der grösste Theil der Fasern muss den weissen Vordersträngen beigezählt werden. Man unterscheidet darin die oberflächlichen Längsfasern der weissen Vorderstränge, w''', w''', welche sowohl untereinander, wie der Axe des Rückenmarks parallel laufen; ferner die in schiefen Winkeln sich kreuzenden tiefer liegenden schrägen Längsfasern der weissen Vorderstränge, $w\dagger$, $w\dagger$, und w^* w^*; zwischen diesen: einzelne dunkle Massen oder Punkte, Querdurchschnittsflächen von (horizontal laufenden oder umbeugenden) Fasern, wie in den früheren Segmenten.

Fig. 7. Längsabschnitt aus den tieferen Schichten der Seitenstränge, durch die seitlichen Schichten des grauen Vorderhorns und der weissen Vorderstränge, und durch die am meisten nach aussen gelegenenen Austrittsstellen der vorderen Nervenwurzeln fallend, ein wenig weiter nach innen als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die Bezeichnungen bedeuten dieselben Theile wie in voriger Figur.

Im Allgemeinen ist die vorliegende Figur von der unmittelbar vorhergehenden nicht sehr verschieden. Die Unterschiede bestehen in Folgendem: Die seitlichen Schichten des grauen Vorderhorns, o^*, o^*, sind auffallend breiter; die zur hinteren oder äusseren grossen Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns, m^*, m^*, gehörigen Nervenzellen sind zahlreicher als in der vorhergehenden Figur. Auch sieht man Querfasern des grauen Vorderhorns, welche in die Seitenstränge eintreten und hierselbst aus der horizontalen in die longitudinale Richtung umbeugen, r'' $r\dagger$, r'' $r\dagger$; — ferner erscheint zwischen den oberflächlichen Längsfasern der weissen Vorderstränge, w''' w''', ein auffallendes Bündel von Querfasern, in schiefen Winkeln die genannten Längsfasern kreuzend; es ist dies ein Theil einer centralen Bahn einer vorderen Nervenwurzel innerhalb der weissen Vorderstränge, z, dessen Zusammenhang mit der peripherischen Wurzel in den folgenden Figuren deutlicher wird. Im Uebrigen verhält sich diese Figur wie die vorhergehende; und die Bezeichnungen machen eine noch ausführlichere Erklärung überflüssig.

Fig. 8. Längsabschnitt aus den tieferen Schichten der Seitenstränge, durch die seitlichen Schichten des grauen Vorderhorns und der weissen Vorderstränge fallend, ein wenig weiter nach innen als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Bezeichnungen wie in der vor-

hergehenden Figur. Das graue Vorderhorn, o^*, o^*, ist begreiflicher Weise in diesen Schichten auffallend breiter als in den vorausgehenden. Die zur hinteren oder äusseren grossen Nervenzellen-Gruppe des grauen Vorderhorns, m^*, m^*, so wie die zur vorderen oder inneren grossen Nervenzellen-Gruppe des grauen Vorderhorns, m^{**}, m^{**}, gehörigen Zellen erscheinen mehr oder minder zahlreich. Die verschiedenen Faserzüge der weissen Vorderstränge, w''' $w\dagger$ w^*, so wie diejenigen der weissen Seitenstränge, q' $q\dagger$, q^*, erscheinen wie in der vorhergehenden Figur. Die genauere Bezeichnung macht eine ausführlichere Erklärung überflüssig.

Fig. 9. Längsabschnitt durch die seitlichsten (von der Fissura longitudinalis posterior am meisten nach aussen entfernten) Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln, so wie durch die entsprechenden seitlichsten Eintrittstellen der vorderen Nervenwurzeln fallend, die hintersten und innersten Schichten der Seitenstränge, das seitliche Dritttheil des grauen Vorderhorns, und die seitlichen Theile der weissen Vorderstränge durchschneidend, ein wenig weiter nach innen, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Im Allgemeinen verhält sich diese Figur, wie die vorhergehende; jedoch mit folgenden Unterschieden: Am linken Seitenrande des Segments erscheinen die hinteren Nervenwurzeln, g, g, welche schräg von unten und aussen nach oben und innen gerichtet sind, und in das Rückenmark hinein in ungetrennter Continuität sich fortsetzen, g, $g\dagger$. Die hintersten Fasern der Seitenstränge, q', q', so wie die der grauen Substanz näher liegenden tieferen oder innersten Fasern der Seitenstränge, $q\dagger$ $q\dagger$, q^* q^*, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur. Das graue Vorderhorn, o^* o^*, erscheint in diesen Segmenten begreiflicher Weise, weil sie näher seiner Mitte durch das Vorderhorn fallen, noch breiter als in den vorigen Segmenten; die hintere oder äussere grosse Nervenzellen-Gruppe des grauen Vorderhorns, m^* m^*, ist gleichfalls umfangreicher, erscheint gleichsam aus zwei gesonderten Säulen zusammengesetzt. Von der vorderen oder inneren grossen Nervenzellen-Gruppe des grauen Vorderhorns, m^{**}, m^{**}, sieht man gleichfalls auffallendere Spuren, als in der vorherbeschriebenen Figur (8). Die Fasern der weissen Vorderstränge, w''' $w\dagger$ w^*, verhalten sich im Allgemeinen wie in den früheren Segmenten. Man sieht aber darin eine grössere Anzahl von kürzeren oder längeren Fragmenten von Querfaserbündeln, welche die verschiedenen Längsfasern in nahezu horizontaler Richtung quer durchsetzen, sie durchkreuzen. Dieses sind Theile der centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln, z' z', deren Zusammenhang mit den peripherischen Wurzeln in den folgenden Segmenten deutlicher wird.

Fig. 10. Längsabschnitt durch die hintersten und seitlichsten Theile der weissen Hinterstränge, durch die seitlichsten (von der Fissura posterior und anterior am meisten nach aussen entfernten) Eintrittsstellen der hinteren und vorderen Nervenwurzeln fallend, ein wenig weiter nach innen, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Im Ganzen genommen verhält sich diese Figur wie die vorhergehende. Was sie von letzterer unterscheidet, ist das auffallendere Eindringen der hinteren Nervenwurzeln in das Rückenmark. Mehrere hintere Nervenwurzeln, g, g, dringen schräg von unten und aussen nach oben und innen in die hintersten Theile der weissen Hinterstränge, c, c, ein, und lassen sich innerhalb der letzteren eine Strecke weit in Continuität verfolgen. Integrirende Bestandtheile der hintersten Lagen der weissen Hinterstränge, gebildet durch die hinteren Nervenwurzeln, erscheinen, bei $g\dagger$, auffallend genug. Die Fasern der unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln laufen nichts weniger als untereinander parallel; vielmehr kreuzen sie sich vielfach untereinander. Sie bieten daher auf dem Längsabschnitt ein ganz anderes Ansehen dar, als die der Axe des Rückenmarks und untereinander parallel laufenden Fasern der Seitenstränge, q' q', welche weiter nach vorn liegen. Das graue Vorderhorn, o^*, o^*, ist in dieser Figur noch breiter, als in der vorhergehenden, aus wiederholt angegebenen Gründen. Ausser der, noch mehr als in früheren Segmenten entwickelten, hinteren oder äusseren grossen Nervenzellen-Gruppe, m^*, m^*, und der vorderen oder inneren grossen Nervenzellen-Gruppe, m^{**}, m^{**}, sieht man besonders auffallend, nächst den innersten und vordersten Fascikeln der Seitenstränge, eine Menge von grösseren oder kleineren dunklen Massen oder Gruppen von meist rundlicher Form. Dies sind die Querdurchschnittsflächen der aus dem grauen Vorderhorn in die Seitenstränge eintretenden Querfasern, u, u, welche nächst den Seitensträngen fast in einer ununterbrochenen Reihe an einander gelagert erscheinen. Diese dunklen Massen

sind auch in mehreren der vorausgegangenen Figuren sichtbar, jedoch nicht so auffallend als in der vorliegenden. Uebrigens verhält sich diese Figur wie die vorhergehende, und die Bezeichnungen derselben, verglichen mit der Erklärung der vorigen Figur, machen eine genauere Erläuterung überflüssig.

Fig. 11. Längsabschnitt durch die hintersten und seitlichsten Schichten der weissen Hinterstränge, durch die seitlichsten Schichten der Substantia gelatinosa, so wie durch die seitlichen Eintrittsstellen der hinteren und vorderen Nervenwurzeln und die zwischenliegenden Theile fallend, ein wenig weiter nach innen, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. — Die vorliegende Figur verhält sich im Allgemeinen wie die vorhergehende, jedoch mit folgenden Unterschieden: Die hintersten und seitlichsten Lagen der weissen Hinterstränge, *c*, *c*, sind breiter und erscheinen in noch auffallenderer Weise zusammengesetzt aus den unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, *g*, *g*, welche von unten nach oben und innen schräg in die Hinterstränge sich eindrängen. Die Farbe der centralen Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln innerhalb der weissen Hinterstränge, *g*†, erscheint ganz eigenthümlich, silbergrau, heller als die Farbe der, mehr in langer Strecke parallel laufenden, andern Fasern der weissen Hinterstränge, aus bereits angegebenen Gründen (bei Erklärung der vorigen Figur). Die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, erscheint bei dieser schwachen Vergrösserung nur als schmaler heller Streif in dem Segment, in welchem eine speciellere Organisation sich nicht erkennen lässt. Die Bezeichnungen dieser Figur, verglichen mit den der vorigen Figuren, machen eine weitere Erklärung entbehrlich. In den weissen Vordersträngen, *w'''*, *w*†, *w**, fällt jedoch, was in den vorausgehenden Figuren nicht der Fall war, eine auffallendere Menge von Querfasern auf, die sich in mehr oder weniger rechten Winkeln mit den Längsfasern der weissen Vorderstränge kreuzen. Es sind dieses die centralen Bahnen der vorderen Nervenwurzeln innerhalb der weissen Vorderstränge, *z'*, *z''*, *z''*. Einige derselben lassen sich eine gute Strecke weit bis in die Masse des grauen Vorderhorns nach hinten verfolgen, *z''* *z''*; andere zeigen blos Fragmente ihrer Bahn, ohne mit der grauen Substanz in unmittelbarer Verbindung gleichzeitig zu erscheinen.

Fig. 12. Längsabschnitt, durch den Sulcus lateralis posterior und anterior, durch die seitlichen Eintrittsstellen der hinteren und vorderen Nervenwurzeln, durch die seitlichen und hinteren Schichten der weissen Hinterstränge und der gelatinösen Substanz, so wie die entsprechenden Theile der grauen und weissen Vorderstränge fallend, ein wenig weiter nach innen, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, erscheinen breiter als in den vorhergehenden Figuren. Dass sie vorzugsweise aus den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln, *g*, *g*, *g*, gebildet werden, ersieht man auch hier auf den ersten Blick. Die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln nehmen in ihrem Weiterverlaufe innerhalb der weissen Hinterstränge die verschiedenste Richtung an; von unten und aussen nach oben und innen, oder erst nach oben und innen, und dann wieder ein wenig von innen nach aussen. Sie bilden gewissermaassen die mannichfaltigsten Plexus und Faserkreuzungen. Die ununterbrochene Fasercontinuität vieler, nächst der gelatinösen Substanz liegenden, tieferen Fasern der weissen Hinterstränge, *g*†, *g*†, mit den (peripherischen) hinteren Nervenwurzeln ist nicht zu verkennen. Die Farbenunterschiede, welche die (dunkleren) mehr parallel laufenden schrägen Längsfasern der weissen Hinterstränge, im Vergleich zu den (helleren) sich vielfach durchkreuzenden Theilen der unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln, bilden, sind sehr auffallend. Die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, erscheint hier als eine noch viel breitere Schicht, indem der Schnitt durch den grösseren Durchmesser derselben (an der Aussenseite des grauen Hinterhorns) hindurch fällt. Die tiefer gelegenen Fasern der Seitenstränge, *q'*, *q*†, *q**, verhalten sich wie in den vorhergehenden Figuren. Aus dem grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sieht man in die Seitenstränge eintretende und hier in die longitudinale Richtung umbeugende Querfasern, *r*†. In den weissen Vordersträngen, *w'''*, *w*†, *w**, fallen die centralen vorderen Nervenbahnen, *z'*, *z''*, noch mehr auf, als in den vorhergehenden Figuren. Insbesondere sieht man mehrere Fascikel centraler vorderer Nervenbahnen aus den weissen Vordersträngen tief in das graue Vorderhorn eindringend, bei *z''*. Die Bezeichnungen, verglichen mit denen der vorhergehenden Figuren, machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 13. Längsabschnitt durch die Eintrittsstellen der hinteren und vorderen Nervenwurzeln (und die entsprechenden zwischenliegenden Theile) fallend, ein wenig weiter nach innen

als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Im Allgemeinen ist diese Figur von der vorhergehenden nicht sehr verschieden. Die am meisten in die Augen fallenden Abweichungen bestehen in Folgemdem: Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, erscheinen als eine breitere Lage von schrägen Längsfaserbündeln der verschiedensten Richtungen. Die hinteren Nervenwurzeln, *g*, *g*, sind an einzelnen Stellen unverkennbar, und eben so ihr unmittelbarer Uebergang in die schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *g*†, *g*†, welche, je nach der Richtung in der sie vom Schnitt getroffen wurden, in dem Segmente ein helleres oder dunkleres Ansehen haben. Die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, *l'*, *l'*, ist gleichsam in zwei Theile getheilt durch einen dunkleren Streif, welcher nichts anderes ist als die Spitze des grauen Hinterhorns, *o*, *o*, die sich zwischen dem Winkel befindet, den die seitliche und hintere Abtheilung der gelatinösen Substanz an dieser Stelle darbietet. In den Seitensträngen, *q'*, *q*†, *q**, sieht man mehr Fragmente von Querfasern der Seitenstränge, *r*, *r*, als in den vorigen Segmenten. In den weissen Vordersträngen, *w'''*, *w*†, *w**, stechen die centralen vorderen Nervenbahnen, *z'*, *z'*, *z'*, zahlreich hervor; einzelne Fascikel derselben in einer auffallenden Continuität mit den vorderen Nervenwurzeln, *z* (z. B. *z z*†). Die übrigen Bezeichnungen, verglichen mit denen der vorhergehenden Figuren, machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 14. Längsabschnitt durch den Sulcus lateralis posterior und die am meisten nach innen gelegenen Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln, so wie durch die mittleren Eintrittsstellen der vorderen Nervenwurzeln und die entsprechenden zwischenliegenden Theile des Rückenmarks fallend, ein wenig weiter nach innen als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Von den weissen Hintersträngen, *c*, *c*, erscheint in diesem Segment ein viel breiterer Theil, als in den vorhergehenden, begreiflicher Weise, da der Längsabschnitt zunächst an der Innenseite der Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln durch die (seitlichen und hinteren Lagen der) weissen Hinterstränge fällt. Von (peripherischen) hinteren Nervenwurzeln ist in diesem Segmente nichts mehr zu sehen. Das ganze Ansehen der Hinterstränge, verglichen mit dem in der vorhergehenden Figur, zeigt aber deutlich genug die Aehnlichkeit beider. Man unterscheidet vorzugsweise Längsfasern der verschiedensten Richtungen, die sich mannigfach untereinander kreuzen. Manche (insbesondere ein breites dunkles) Bündel, am Seitenrande der beiden oberen Drittel der Figur, bestehen aus Fasern, die parallel unter einander verlaufen; andere mehr aus einem Gewirre von sich kreuzenden kürzeren oder längeren Fragmenten von Fasern. Manche schwarze Punkte sind Querdurchschnittsflächen von Faserbündeln, welche zwischen den übrigen (Längs-) Fasern in Continuität in querer Richtung verlaufen. Die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, *l'*, *l'*, zeigt sich wie in dem vorigen Segmente, durch die Spitze des grauen Hinterhorns, *o*, *o*, gleichsam in zwei Theile geschieden. Die Fasern der Seitenstränge, *q'*, *q*†, *q**, bilden hier eine viel schmälere Schicht als in den früheren Segmenten, weil der Schnitt durch die den grauen Hinterhörnern zunächst liegenden Schichten der Seitenstränge fällt, wo letztere gleichsam keilförmig sich verschmälern. Sehr auffallend sehen wir die centralen vorderen Nervenbahnen *z'*, *z''*, innerhalb der weissen Vorderstränge, *w'''*, *w*†, *w**, wie innerhalb des grauen Vorhorns, *o**, *o**, sich verhalten. In breiten Bündeln kreuzen sie die verschiedenen Längsfasern der weissen Vorderstränge, *w'''*, *w*†, *w**, manche stehen mit den vorderen Nervenwurzeln, *z*, in ununterbrochener Continuität, z. B. *z z'*, andere sieht man, nachdem sie eine grosse Strecke des weissen Vorderstrangs quer durchsetzt haben, mehr oder weniger tief in das graue Vorderhorn eindringen, *z''*, *z''*. Die übrigen Bezeichnungen der Figur, verglichen mit denen der vorhergehenden Figuren, machen eine weitere Erklärung überflüssig.

Erklärung der sechszehnten Tafel.

Während die vorhergehende fünfzehnte Tafel die verschiedenen Schichten der äusseren Hälfte des betreffenden Rückenmarks-Stücks vorstellte, bringen die vorliegende sechszehnte und die siebenzehnte Tafel dagegen die verschiedenen Schichten der inneren Hälfte des bezeichneten Rückenmarks-Stücks (untere Hälfte der Lendenanschwellung) in bildlicher Darstellung. Denkt man sich diese innere Hälfte wiederum in zwei gleiche Theile (der Länge nach, parallel den Fissuren) getheilt, und die verschiedenen Segmente des seitlichen (äusseren) Viertels auf der sechszehnten, die verschiedenen Segmente

des inneren (zunächst den Fissuren gelegenen) Viertels auf der siebenzehnten Tafel repräsentirt, alsdann hat man im Allgemeinen eine richtige Vorstellung von der Localität der betreffenden Segmente. Die Localität der auf der sechszehnten Tafel abgebildeten Segmente lässt sich noch genauer in folgender Weise bezeichnen. Die (imaginäre oder künstliche) äussere Gränzschicht wird durch einen Längsschnitt gebildet, welcher an der hinteren Rückenmarks-Oberfläche durch die weissen Hinterstränge, nächst dem Sulcus lateralis, an der Innenseite der Eintrittsstellen der hinteren Nervenwurzeln eindringt, durch die entsprechenden Theile der Hinterstränge, die gelatinöse Substanz, die Spitze des grauen Hinterhorns nach vorn dringt, durch die innersten (das graue Hinterhorn unmittelbar begränzenden) Schichten der Seitenstränge und durch die Mitte des grauen Vorderhorns hindurch fällt, endlich durch die weissen Vorderstränge an der Mitte ihrer vorderen Fläche hervordringt. Die (imaginäre oder künstliche) innere Gränzschicht wird durch einen Längsschnitt erzeugt, welcher in der Mitte der hinteren Oberfläche der weissen Hinterstränge (in der Mitte zwischen dem Sulcus lateralis posterior und der Fissura longitudinalis posterior) eindringt, durch die entsprechenden Theile der weissen Hinterstränge nach vorn geht, die gelatinöse Substanz nahe an deren inneren Gränzschichten durchdringt, durch die den Fissuren zunächst gelegenen Viertel der grauen Hinter- und Vorderhörner weiter geht, und endlich durch diejenigen Theile der weissen Vorderstränge hindurch fällt, in welche sich die innersten Fascikel der vorderen Nervenwurzeln inseriren.

Fig. 15. Längsabschnitt durch die (imaginäre, vorstehend genauer bezeichnete) äussere Gränzschicht der inneren Rückenmarks-Hälfte, oder durch die Mitte des Rückenmarks fallend, etwas näher gegen die Fissuren hin, als die in Fig. 14 (Taf. XV) bezeichneten Schichten. Von hinteren Nervenwurzeln ist in diesem Segmente (wie in dem vorhergehenden letzten, Fig. 14, Taf. XV) keine Spur mehr vorhanden, begreiflicher Weise, weil der Schnitt an der Innenseite der Eintrittsstellen der genannten Nervenwurzeln, jenseits des Sulcus lateralis posterior, näher der Fissura longitudinalis posterior in die weissen Hinterstränge eindringt. Dagegen unterscheidet man in den weissen Hintersträngen (die eine schon auffallend breitere Faser-Lage bilden), *c*, *c*, Fasern der verschiedensten Richtungen. Dem freien Seitenrande (der freien hinteren Oberfläche der Hinterstränge) zunächst erscheint eine Lage von oberflächlichen Längsfasern der weissen Hinterstränge, welche untereinander so wie der Axe des Rückenmarks parallel (oder meist parallel) verlaufen, *c'*, *c'*; die tiefer gelegenen Faserbündel bestehen aus schrägen Längsfasern der weissen Hinterstränge, welche von oben und aussen nach unten und innen verlaufen, *c*†, oder schrägen Längsfasern, welche von oben und innen nach unten und aussen verlaufen, *c**. Beide Fasergattungen kreuzen sich mannigfach untereinander. Zwischen diesen Fasern erscheinen dunkle Massen, in grösseren oder kleineren Gruppen. Dies sind Querdurchschnitts-Flächen von quer verlaufenden Faserstrecken der weissen Hinterstränge (hier nicht speciell bezeichnet, um das Bild nicht mit Buchstaben zu überfüllen); die schräglaufenden Längsfasern erstrecken sich bis nahe zum Seitenrande des Segments; und obwohl hier nicht mehr der unmittelbare Zusammenhang dieser Fasern mit den hinteren Nervenwurzeln zu sehen ist, so ergiebt doch ein Vergleich dieser Figur mit den vorhergehenden (Fig. 15, 14, 13 der XV. Tafel), dass die meisten, wenn nicht alle, der hier erscheinenden Fasern der weissen Hinterstränge als die unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln angesehen werden müssen. In der Substantia gelatinosa, *l*, *l*, sieht man einzelne Fascikel quer durch erstere hindurch verlaufender Fasern, die in den folgenden Segmenten deutlicher werden. Vom grauen Hinterhorn, *o*, *o*, gewahrt man einen kleinen zunächst seiner Spitze (hinteren Ende) gelegenen Theil. Die innersten Lagen der Seitenstränge, *q*, *q*, verhalten sich im Ganzen wie in den früheren Segmenten, sind aber hier begreiflicher Weise nur als eine schmale Faserlage erkenntlich; in deren Mitte erscheint bereits eine hellere Masse, vereinzelte grosse Nervenzellen enthaltend; es sind dies die mehr nach vorn gelegenen Theile des grauen Hinterhorns, *o''*. Das graue Vorderhorn, *o**, die innere oder vordere grosse Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns, *m***, *m***, verhalten sich wie in den vorhergehenden Figuren (Fig. 15, Taf. XV). Von den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln, *z'*, *z''*, sieht man dicke oder breite Fascikel, welche tief in das graue Vorderhorn eintreten, *z''*, *z''*, sowie Fragmente der centralen Bahn innerhalb der weissen Vorderstränge, *z'*. Die weissen Vorderstränge, *w'''* *w*† *w**, verhalten sich wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 16. Längsabschnitt, durch die (imaginären) seitlichen Schichten der inneren

Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig weiter gegen die Fissuren hin, als die in Fig. 15 bezeichneten Schichten. Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, bilden bereits eine breitere Lage von Fasern, als in der vorhergehenden Figur. Man unterscheidet in jener noch auffallender sowohl die der Axe des Rückenmarks, als auch untereinander parallel laufenden oberflächlichen Längsfaserbündel der weissen Hinterstränge, *c'*, *c'*, wie die sich vielfach in verschiedener Richtung kreuzenden schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c*† und *c**, in kürzeren oder längeren Strecken in Continuität. Zwischen letzteren erscheinen die Querdurchschnitts-Flächen von Fasern, welche quer in der Richtung von einer Seite zur andern verlaufen, als dunkle Punkte oder dunkle Gruppen von unregelmässiger Form (hier nicht besonders bezeichnet, um die Figur nicht mit Buchstaben zu überladen). In der Substantia gelatinosa, *l*, *l*, sieht man kürzere und längere Fragmente von Faserbündeln, welche quer durch dieselbe (in der Richtung von hinten nach vorn) hindurchtreten, *n** *n**, *n** *n**; viele derselben sind als unmittelbare Fortsetzungen der schräg laufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge (*c*† *c**), resp. als centrale Bahnen hinterer Nervenwurzeln zu erkennen.

Weiter nach vorn (resp. gegen den linken Seitenrand der Figur hin) erscheint das graue Hinterhorn, *o''* *o''*, als eine Masse, aus einem Filzwerke von kurzen Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, Querdurchschnitts-Flächen von Fasern und Faserbündeln verschiedener Dicke und Form, vereinzelten Nervenzellen und Blutgefässen zusammengesetzt. Das graue Vorderhorn, *o** *o**, die innere oder vordere Nervenzellengruppe des grauen Vorderhorns, *m*** *m***, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur. Die weissen Vorderstränge verhalten sich gleichfalls wie in der vorigen Figur. Ein breites Fascikel der centralen Bahn einer vorderen Nervenwurzel, *z''*, erstreckt sich quer durch den grössten Theil der Dicke der weissen Vorderstränge bis tief in das graue Vorderhorn hinein in Continuität. Einzelne seiner (am meisten nach oben und links gelegenen) Fasern laufen bogenförmig in den weissen Vordersträngen von unten aufwärts, und bilden dadurch in gewisser Strecke Längsfasern der weissen Vorderstränge (auch in Fig. 15 ist an dem untersten Bündel *z''* ein solcher bogenförmiger Lauf der Fasern aus der quer liegenden centralen Nervenbahn in die longitudinale Richtung von oben abwärts dargestellt).

Fig. 17. Längsabschnitt, durch die (imaginären) seitlichen Schichten der inneren Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in Fig. 16 bezeichneten Schichten. Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, zeigen, wie in der vorhergehenden Figur, die Längsfasern der verschiedensten Richtungen, *c'*, *c*†, *c**, so wie quer von hinten nach vorn verlaufende Fasern, *n** *n**, und Querdurchschnitts-Flächen von quer (in der Richtung von einer Seite zur andern) laufenden Faserbündeln. Die Bezeichnungen, verglichen mit den Erklärungen der vorhergehenden Figur, machen eine genauere Erläuterung hier überflüssig. In der Substantia gelatinosa, *l*, *l*, fällt, neben den verschiedenen kürzeren oder längeren Fragmenten von Faserbündeln, welche quer durch jene hindurchsetzen, *n** *n**, besonders ein Fascikel auf, welches von der Substantia gelatinosa aus bis tief in die weissen Hinterstränge hinein in Continuität verfolgt werden kann, *n**, *n***. Im grauen Hinterhorn, *o*, *o'''*, *o*, *o''*, erscheinen mehrere Fascikel von Längsfasern, lange Strecken in Continuität. Dies sind Theile der innersten Bündel der Seitenstränge, *q*, *q*, welche am meisten in die graue Substanz hineinragen, und von der Hauptmasse der Seitenstränge gleichsam abgesondert in oft langen Strecken verlaufen. Im grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sind nur noch spärliche Elemente der vorderen oder inneren grossen Nervenzellengruppe, *m***, *m***, sichtbar, begreiflicher Weise, da der Schnitt nicht mehr durch die Mitte, sondern an der inneren Gränze der betreffenden Nervenzellengruppe her fällt. Die weissen Vorderstränge, *w'''* *w*† *w**, verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur. Die Bezeichnungen machen eine ausführlichere Erklärung überflüssig.

Fig. 18. Längsabschnitt, durch die mittleren Schichten der inneren Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in der vorhergehenden Figur bezeichneten Schichten. Im Allgemeinen weicht die vorliegende Figur nicht auffallend von den beiden vorhergehenden (Fig. 17, 16) ab. Die Erklärung der letztgenannten passt daher auch für die hier zu erläuternde Figur, und die übereinstimmenden Bezeichnungen machen eine detaillirte Erklärung überflüssig. Ich berühre daher blos diejenigen Punkte, welche die 18. Figur von den vorausgehenden unterscheiden. Diese bestehen ausschliesslich in der auffallenden Erscheinung der breiten centralen Bahn der vorderen Spinalnervenwurzel, *z*, *z'* *z''* *z**, welche man hier in sehr klarer Continuität von der (äusseren oder peripherischen) vorderen

Nervenwurzel, *z*, an durch die ganze Dicke der weissen Vorderstränge hindurch, in bogenförmiger jedoch mehr horizontaler Richtung, als centrale Bahn der vorderen Nervenwurzel innerhalb der weissen Vorderstränge, *z'*, *z''*, und weiterhin bis in das graue Vorderhorn hinein zu beträchtlicher Tiefe, als centrale Bahn der vorderen Nervenwurzel innerhalb des grauen Vorderhorns, *z**, in einer unzweideutigen Weise verfolgen kann. Die äussere vordere Nervenwurzel, *z*, erscheint zwar in diesem Abschnitt viel schmäler als die centrale Bahn innerhalb der weissen Vorderstränge, *z'*, *z''*; und nur wenige Fasern der ersteren sind in unmittelbarer Continuität mit den Fasern der letzteren in der Abbildung sichtbar. Daraus darf man aber nicht den Schluss ableiten, dass der grössere Theil der Fasern der centralen Nervenbahn innerhalb der weissen Vorderstränge (*z' z''*) nicht als unmittelbare Fortsetzung der vorderen Nervenwurzel betrachtet werden könne. Begreiflicher Weise fällt der Schnitt nicht immer so, dass die Schnittebene eine gleiche ist wie die Ebene, in welcher die Primitivfasern der Nervenwurzel ihren centralen Lauf machen. Weit häufiger vielmehr werden jene Fasercontinuitäten durch den Schnitt getrennt, um so mehr, als die Richtung, in welcher die Nervenbahnen verlaufen, seltener der verticalen Ebene so nahe stehen, als die Richtung, in welcher die Längsabschnitte genommen werden. In vorliegenden Segmenten verläuft auch die vordere Nervenwurzel erst ein wenig von aussen nach innen, bevor sie die Richtung von vorn nach hinten (durch die Dicke der weissen Vorderstränge) einschlägt. Daher sieht man in Fig. 16 das unterste Fascikel der vorderen Nervenwurzel, *z*, ohne alle Verbindung mit dem Rückenmark. In Fig. 17 sieht man eine andere Schicht des nämlichen Wurzelbündels *z* (am unteren Rande der Figur, links), von welchem nur ganz wenige Fasern central sich bis in das breite Bündel *z'* innerhalb der weissen Vorderstränge fortsetzen, obwohl hier die vordere äussere Nervenwurzel am dicksten ist. In Fig. 18 endlich, wo der Schnitt durch die innersten Schichten der äusseren vorderen Nervenwurzel fällt, und letztere viel schmäler auf dem Durchschnitt erscheint als in voriger Figur (17), sieht man die centrale Bahn innerhalb der weissen Vorderstränge sehr breit, und nur wenige Fasern derselben in Continuität mit der äusseren vorderen Wurzel, weil die Continuität der meisten Fasern (centraler und peripherischer Bahn) durch den Schnitt getrennt wurde. In der folgenden Figur (19) sieht man gar nichts mehr von der äusseren vorderen Nervenwurzel, wohl aber die centrale Bahn innerhalb der weissen Vorderstränge. Wäre bei Anfertigung der Segmente mit dem schneidenden Messer, nachdem es bis zum Vorderrande des weissen Vorderstrangs angelangt war, eine Biegung gemacht worden, entsprechend der Biegung, welche die vordere Nervenwurzel bei dem Uebergang in die centrale Bahn innerhalb der weissen Vorderstränge machte, alsdann hätte man auch in den gewonnenen Segmenten die centrale und peripherische vordere Nervenbahn in ihrer ganzen Breite in ungetrennter Continuität sehen können.

Am unteren Rande des Segments gewahrt man innerhalb der weissen und grauen Vorderstränge noch auffallende Theile einer centralen vorderen Nervenbahn, die hier weiter nicht speciell bezeichnet worden ist. Im grauen Vorderhorn, *o**, *o**, sind nur wenige vereinzelte Nervenzellen, *m*, *m*, sichtbar; nichts mehr von der grossen inneren Nervenzellengruppe.

Fig. 19. Längsabschnitt, durch die mittleren Schichten der inneren Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in der vorhergehenden Figur bezeichneten Schichten. Im Ganzen weicht diese Figur von der vorhergehenden kaum ab. Wenn man die Bezeichnungen dieser Figur mit denen der beiden vorigen Figuren (18, 17) vergleicht, so ist eine specielle Erläuterung hier überflüssig. Es mögen daher nur wenige Bemerkungen folgen. Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, welche sich wie in der vorigen Figur verhalten, sind hier mit Absicht ohne ausführliche Bezeichnung mit Buchstaben gelassen worden, um das Bild desto deutlicher zu lassen. Man gewahrt die sich durchkreuzenden schrägen Längsfasern der weissen Hinterstränge sehr deutlich. Eben so die quer von hinten nach vorn verlaufenden Fasern der weissen Hinterstränge, *n** *n**, welche in querer Richtung durch die Substantia gelatinosa, *l*, *l*, hindurchtreten, und letzterer ein streifiges Ansehen geben. Bald nach dem Eintritt dieser Querfaserbündel in das graue Hinterhorn, *o''*, *o''*, hören sie abgeschnitten auf, weil sie hier in anderer Richtung weiter verlaufen, und statt ihrer Continuität erscheinen begreiflicher Weise eine grössere oder kleinere Zahl von Querdurchschnitts-Flächen von Faserbündeln, Gruppen von dunklen Punkten oder Massen verschiedener Form, zwischen *o''* und *o''* in der ganzen Länge des grauen Hinterhorns, wie dieses bereits auch in den Figuren 16, 17 und 18 zu sehen ist. Zwischen der gelatinösen Substanz und den weissen Hintersträngen er-

scheinen in dem unteren Drittel der Figur vereinzelte grosse Nervenzellen der gelatinösen Substanz, m', (auch schon in Fig. 16 und 18 sichtbar) resp. der weissen Hinterstränge.

In den weissen Vordersträngen, w''' $w\dagger$ w^*, sind zwei breite centrale Bahnen vorderer Nervenwurzeln, z' z'', sichtbar, deren Fasern, besonders auffallend in der unteren Hälfte der Figur, sich vielfach mit den Längsfasern der weissen Vorderstränge durchkreuzen, und bis tief in die grauen Vorderhörner, o^* o^*, hinein verfolgt werden können, als centrale vordere Nervenbahnen des grauen Vorderhorns, z^* z^* z^*.

Fig. 20. Längsabschnitt, durch die mittleren Schichten der inneren Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig weiter gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Diese Figur weicht von den drei vorhergehenden nur in wenigen Punkten ab. Die Buchstaben und Bezeichnungen machen daher eine ausführliche Erklärung überflüssig, und ich will blos diejenigen Punkte erörtern, durch welche sich diese Figur vor den übrigen auszeichnet. Die weissen Hinterstränge, c, c, bilden eine breitere Lage, als in den vorhergehenden Figuren. Ihre sich kreuzenden schrägen Längsfasern und Querfasern, $c\dagger$ c^* n^*, verhalten sich wie in voriger Figur. In die gelatinöse Substanz, l, l, treten noch breitere Bündel von Querfasern, n^* n^*, (aus den weissen Hintersträngen) ein, und quer durch sie hindurch in das graue Hinterhorn, o'' o''. In den weissen Vordersträngen erscheinen auffallend breite centrale vordere Nervenbahnen, z' z'', z' z'', die sich mit den Längsfasern der weissen Vorderstränge, $w\dagger$, w^*, mannigfach durchkreuzen und bis tief in das graue Vorderhorn, o^*, o^*, hinein als centrale vordere Nervenbahnen innerhalb des grauen Vorderhorns, z^* z^*, verfolgt werden können. Die Fasern der weissen Vorderstränge selbst zeigen sich hier sehr auffallend verschieden in ihrem Lauf. Die der vorderen Oberfläche (linker Seitenrand der Figur) des Rückenmarks zunächst liegenden Fascikel der weissen Vorderstränge, w''' w''', bestehen aus parallel der Axe des Rückenmarks wie untereinander parallel verlaufenden Fasern. Die der grauen Substanz näher gelegenen Fasern der weissen Vorderstränge bestehen aus schräglaufenden Längsfasern, $w\dagger$ $w\dagger$ und w^* w^*, welche sich untereinander mannigfach durchkreuzen, $w\dagger$ w^*, $w\dagger$ w^*, wie sie denn auch die vorderen centralen Nervenbahnen z' z'' vielfach durchkreuzen. Von vorderen (äusseren, peripherischen) Nervenwurzeln ist in diesem Segmente keine Spur mehr vorhanden, weil der Schnitt zwischen der Fissura anterior und dem innersten Fascikel der vorderen Nervenwurzeln, also an der Innenseite der letzteren, durch die weissen Vorderstränge fällt.

Fig. 21. Längsabschnitt durch die mittleren Schichten der inneren Rückenmarks-Hälfte fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten. Da der Abschnitt an der Innenseite der vorderen Nervenwurzeln her fällt, also fast ausserhalb des Bereichs, in welcher die centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge verlaufen, so unterscheidet sich diese Figur von den vorigen hauptsächlich durch den Mangel vorderer Nervenwurzeln, wie desjenigen centraler vorderer Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge, von denen auch nur eine geringe Spur (bei z'') sichtbar ist, in Vergleich mit den vorausgegangenen Figuren. Uebrigens aber verhält sich die vorliegende bildliche Darstellung ganz oder fast ganz so, wie die drei unmittelbar vorhergehenden. Die Bezeichnungen machen daher eine genauere Erklärung überflüssig. Was in dieser Figur noch besonders bemerkenswerth ist, besteht in Folgendem: In den weissen Hintersträngen, c, c, sieht man, ausser den sich kreuzenden schrägen Längsfasern der verschiedenen Richtungen, $c\dagger$ $c\dagger$ und c^* c^*, ein auffallendes Bündel von Längsfasern, welches sich in die horizontale Richtung umbeugt, n^{**}, von hinten nach vorn verläuft, quer die gelatinöse Substanz, l, l, durchsetzt, und so von den weissen Hintersträngen aus durch die gelatinöse Substanz hindurch bis in das graue Hinterhorn (o'' o'') in Continuität verfolgt werden kann (n^* $n^{*}\dagger$). Im grauen Hinterhorn, o'', o'', selbst erscheinen, dicht vor der gelatinösen Substanz, eine grosse Masse von dunklen Punkten, oder von mehr oder weniger regelmässig gruppirten dunklen Massen der verschiedensten Form (zwischen o'' und o''), welche diesem hinteren Theil des grauen Hinterhorns ein eigenthümliches punktirtes oder geflecktes Ansehen geben. Diese dunklen Punkte, welche in den fünf vorausgegangenen Figuren (16—20) gleichfalls erschienen, obwohl weniger auffallend, sind nichts anderes als die Querdurchschnitts-Flächen der centralen hinteren Nervenbahnen, welche nach ihrem Durchtritt durch die gelatinöse Substanz (in welcher sie die mit n^* n^* bezeichneten Bündel bildeten) an dieser Stelle des grauen Hinterhorns die horizontale Richtung und ihren direct von hinten nach vorn

gerichteten Lauf verlassen, um sich nach rechts und links zu wenden und mannigfach sich zu durchkreuzen, oder eine S-förmige Biegung machen, bevor sie weiter von hinten nach vorn verlaufen.

Im Uebrigen verhält sich das graue Hinterhorn wie das graue Vorderhorn, o^*, o^*, eben so wie in der vorhergehenden Figur. Desgleichen die weissen Vorderstränge, w''' $w\dagger$ w^*, in welchen man recht schön die der Axe des Rückenmarks und untereinander parallelen Fasern der vordersten Fascikel, w''' w''', wie die sich kreuzenden Fasern der in schräger Richtung verlaufenden Längsfasern der tiefern Fascikel, $w\dagger$ $w\dagger$ und w^* w^*, unterscheidet. Das mannigfaltige Netzwerk, welches die letzgenannten Fasern bilden, in denen auch zum Theil noch centrale Bahnen der vorderen Nervenwurzeln enthalten sind, ohne dass man aber mit Sicherheit solche genauer bezeichnen kann, weil sie nicht mehr mit äusseren (peripherischen) Nervenwurzeln in Verbindung stehen, ist in dieser Figur besonders anschaulich dargestellt.

Erklärung der siebenzehnten Tafel.

In den allgemeinen Bemerkungen zur Erklärung der sechszehnten Tafel ist bereits genau bezeichnet worden, dass durch die Abbildungen der vorliegenden siebenzehnten Tafel diejenigen Schichten des Rückenmarks repräsentirt werden, welche das den Fissuren zunächst liegende (innerste) Viertel des bezeichneten Rückenmarks-Stücks (untere Hälfte der Lendenanschwellung) bilden, dass also die Abbildungen diejenige Textur des Rückenmarks darstellen, wie solche auf Längsabschnitten erscheint, welche aus den den Fissuren zunächst gelegenen Schichten des Rückenmarks gewonnen werden, wenn dasselbe durch Längsabschnitte, die parallel den Fissuren fallen, Schicht für Schicht in der Richtung von aussen nach innen, resp. von den seitlichsten Schichten aus bis zu den Fissuren hin, zerlegt wird.

Fig. 22. Längsabschnitt, durch die (imaginären) seitlichen Schichten des innersten Viertels (der einen Seitenhälfte des bezeichneten Stücks — unteren Hälfte der Lendenanschwellung —) des Rückenmarks fallend, die mittleren Schichten der weissen Hinterstränge (in der Mitte zwischen Sulcus lateralis posterior und der hinteren Längsspalte), die innersten Schichten der gelatinösen Substanz, der grauen Hinter- und Vorderhörner, so wie die inneren Lagen der weissen Vorderstränge (zwischen der Fissura anterior und der ihr zunächst befindlichen vorderen Nervenwurzel) durchschneidend; ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur (21, Taf. XVI) bezeichneten Schichten. Die nämlichen Bezeichnungen bedeuten auch in dieser Figur, wie in den sämmtlichen übrigen Figuren dieser Tafel, die nämlichen Theile wie in den vorausgegangenen Figuren der 15. und 16. Tafel.

Die weissen Hinterstränge, c, c, erscheinen noch breiter als in den vorausgegangenen Figuren. Die der hinteren Oberfläche zunächst gelegenen Längsfasern der weissen Hinterstränge, c', c', laufen untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel oder fast parallel, während die tieferen Fascikel die auffallendsten Kreuzungen bilden. Aber nicht blos die in zwei entgegengesetzen Richtungen schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, $c\dagger$ $c\dagger$ und c^* c^* erscheinen hier sehr klar, — auch die Umbeugungen dieser Fasern aus der longitudinalen Richtung in die horizontale, und ihr Weiterverlauf in der Richtung von hinten nach vorn lassen sich in diesen Schichten evident erkennen. So sieht man viele Fascikel derjenigen Faser-Gattung, welche schräg von unten und aussen nach oben und innen verlaufen (c^* c^*), nahe am oberen Rande der Figur, nächst der gelatinösen Substanz bogenförmig (von hinten nach vorn) sich gegen letztere umbeugen, eine horizontale Richtung annehmen, und quer durch die gelatinöse Substanz in dickeren oder dünneren Bündeln hindurchtreten, und die Querfaserbündel der gelatinösen Substanz, n^* n^* $n\dagger$, bilden. Ein Gleiches gewahrt man von Faserbündeln derjenigen Gattung, welche in der Richtung von oben und aussen schräg nach unten und innen verlaufen ($c\dagger$ $c\dagger$), welche sowohl an verschiedenen Punkten innerhalb der weissen Hinterstränge, zumeist aber nächst der gelatinösen Substanz aus der longitudinalen in die quere Richtung umbeugen. Die gelatinöse Substanz, l, l, verhält sich wie in den vorausgegangenen Figuren; jedoch zeigt sie in diesen Schichten noch zahlreichere Bündel von Querfasern (centrale hintere Nervenbahnen), als in irgend einer der vorausgegangenen Figuren. Die grauen Hinterhörner, o'', o'', so wie die grauen Vorderhörner, o^* o^*, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur (21, Taf. XVI); nur sind beide schmäler, begreiflicher Weise, weil der Abschnitt durch die inneren (verschmälerten) Schichten derselben fällt. In den weissen Vordersträngen, w''', $w\dagger$, w^*, sieht man die der vorderen Rückenmarks-

Oberfäche zunächst gelegenen, untereinander (so wie der Axe des Rückenmarks) parallel laufenden Längsfasern, *w''' w'''*; ferner die tiefer liegenden, in verschiedenen entgegengesetzten Richtungen verlaufenden und sich durchkreuzenden schrägen Längsfasern, *w† w†* und *w* w**; endlich Querfasern, mehr nur vereinzelt, und Schräg- oder Querdurchschnitts-Flächen von Fasern, ähnlich wie in den vorausgegangenen Figuren. Den Uebertritt von Fasern aus den grauen Vorderhörnern in die weissen Vorderstränge, oder umgekehrt, und die Umbeugung solcher Fasern aus der queren Richtung in die longitudinale, sieht man an vielen Stellen.

Fig. 23. Längsabschnitt aus den seitlichen resp. mittleren Schichten des innersten Viertels der (bezeichneten) Rückenmarks-Hälfte, ein wenig näher gegen die Fissuren hin fallend, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Die weissen Hinterstränge, *c c c*, bilden in diesen Schichten eine noch breitere Lage, als in den früheren Figuren, wie das aus der Form der Hinterstränge und aus der Localität des Abschnitts aus denselben leicht erklärlich ist. Ihre verschiedenen Fasergattungen, *c' c'*, *c† c†* und *c* c**, verhalten sich wie in den vorigen Figuren, daher eine speciellere Erklärung hier überflüssig ist. Von der Substantia gelatinosa, *l*, sieht man nur in der unteren Hälfte der Figur noch Spuren. Die Querfaserbündel der Substantia gelatinosa, *n* n**, verhalten sich gleichfalls wie in der vorausgehenden Figur. Die grauen Hinterstränge, *o'' o''*, so wie die grauen Vorderstränge, *o* o**, erscheinen in diesen Schichten auffallend schmäler als in den vorhergehenden, was sich aus der Configuration dieser Theile und aus der Localität, an welcher sie von dem Schnitte getroffen werden, leicht erklärt. Die weissen Vorderstränge, *w'''*, *w†*, *w**, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 24. Längsabschnitt aus den mittleren Schichten des innersten Viertels der Seitenhälfte des (bezeichneten Theils des) Rückenmarks, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Sehr auffallend verkleinert sich jetzt die Masse der grauen Substanz in dieser Figur, während die weisse umgekehrt sich vergrössert zeigt. Die weissen Hinterstränge, *c*, *c*, *c*, *c*, bilden eine sehr breite Lage, breiter als in allen vorausgegangenen Figuren, wie das aus der Form derselben und der Oertlichkeit des geführten Durchschnitts durch dieselben auch erklärlich ist. Die verschiedenen Fasergattungen derselben, *c' c'*, *c† c†* und *c* c**, verhalten sich wie in den vorausgehenden Figuren. Jedoch ist die Lage der (untereinander und der Axe des Rückenmarks) parallel laufenden oberflächlichen Längsfasern, *c' c'*, breiter als in früheren Figuren; und die Durchkreuzung der schräglaufenden Fasern *c† c†* und *c* c** ist weniger complicirt als in den vorhergehenden Figuren. Von gelatinöser Substanz ist in diesen Schichten keine Spur mehr vorhanden. Von den grauen Hintersträngen, *o''*, *o''*, ist ebenfalls nur eine schwache Spur, von den grauen Vordersträngen, *o* o**, auch nur eine schmale Schicht sichtbar. Die weissen Vorderstränge *w'''*, *w†*, *w**, sind gleichfalls breiter als in allen vorausgegangenen Figuren; ihre verschiedenen Fasergattungen verhalten sich jedoch im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur, mit dem Unterschiede, dass die Kreuzungen der Fasern (ähnlich wie in den weissen Hintersträngen) weniger zahlreich sind als in den vorherbeschriebenen Schichten, resp. Figuren

Fig. 25. Längsabschnitt aus den inneren Schichten des innersten Viertels der Seitenhälfte des (bezeichneten Theils des) Rückenmarks, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Zwischen den weissen Hintersträngen, *c' c† c**, *c' c* c†*, und den weissen Vordersträngen, *w''' w† w**, *w''' w* w†*, ist nur noch ein ganz schmaler Theil der innersten (und hintersten) Schichten des grauen Vorderhorns, *o* o**, sichtbar. Die weisse Substanz nimmt wohl $^{11}/_{12}$ des ganzen Flächeninhalts des Abschnitts ein. Auch die anderweiten Verschiedenheiten des vorliegenden Abschnitts von den vorausgehenden sind sehr auffallend. Die Längsfasern der weissen Hinterstränge laufen nicht blos an der hinteren Oberfläche untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel (*c' c'*), sondern der grösste Theil der die weissen Hinterstränge dieser Schichten constituirenden Längsfasern zeigt eine der Axe des Rückenmarks parallele Richtung. Von den verschiedenen Gattungen der sich durchkreuzenden schräglaufenden Längsfasern der weissen Hinterstränge, *c† c†* und *c* c**, welche in den vorausgehenden Abschnitten so auffallend waren, sind nur ganz vereinzelte Repräsentanten in dem vorliegenden Segmente sichtbar. Zwischen

den Längsfasern dieser Stränge sieht man einzelne dunkle längliche Striche oder dunkle Punkte. Dies sind zum Theil Gruppen von Querdurchschnitts-Flächen von Fasern, z. B. bei *, die aber wenig hervorstechend sind, zum Theil sind es Durchschnitts-Flächen von Pia-mater-Fortsätzen. Die Längsfasern der weissen Vorderstränge laufen nicht blos an der vorderen Oberfläche derselben untereinander und der Axe des Rückenmarks parallel ($w''' w'''$), sondern auch in den tieferen und tiefsten Fascikeln dieser Schichten, und von den schräglaufenden sich durchkreuzenden Längsfasern, in der Richtung $w\dagger w\dagger$ und $w^* w^*$, sind nur ganz wenige Spuren in dem vorliegenden Segmente sichtbar. Dagegen erscheinen zwischen den Längsfasern der weissen Vorderstränge dunkle Massen von verschiedener Form und Gruppirung, z. B. bei *. Dies sind Querdurchschnitts-Flächen der aus der Commissura anterior austretenden Faserbündel, welche in diesen Schichten der weissen Vorderstränge quer oder schräg (von innen nach aussen) verlaufen.

Fig. 26. Längsabschnitt aus den inneren Schichten des innersten Viertels der Seiten-Hälfte des (bezeichneten Theils des) Rückenmarks, dicht neben dem Centralcanal her fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin, als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Die weissen Hinterstränge, $c^* c\dagger c'$, $c\dagger c^* c'$, so wie die weissen Vorderstränge, $w''' w\dagger w^*$, $w''' w^* w\dagger$, nehmen einen noch grösseren Raum ein, als in der vorhergehenden Figur. In ersteren sieht man grössere Blutgefässe, *d*, welche von der Fissura posterior aus hier eingedrungen sind. Weisse Hinter- und Vorderstränge verhalten sich übrigens, in Bezug auf die Lagerung ihrer Fasern, im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur, mit dem Unterschied, dass weniger (dunkle) Gruppen von Querdurchschnitts-Flächen von Querfasern darin erscheinen. Von dem grauen Hinter- und Vorderhorn ist keine Spur in diesem Segmente mehr vorhanden. Dagegen sieht man dicht vor den tiefsten Fascikeln der weissen Hinterstränge, oder dicht vor den am weitesten nach vorn gelagerten Faserbündeln derselben, einen dunklen schmalen Streif (*ss*), welcher sich gleich breit durch die ganze Länge des Segments von oben nach unten erstreckt, und welcher sich als eine Querdurchschnitts-Fläche von (Quer-) Fasern documentirt. Dies ist die Querdurchschnitts-Fläche der Commissura posterior, *s*, *s*. Unmittelbar vor dieser (gegen die weissen Vorderstränge, resp. gegen den linken Seitenrand der Figur hin) erscheint ein schmaler hellerer Streif (*t t*), ebenfalls in gleicher Breite durch die ganze Figur von oben bis unten sich erstreckend; dies ist die Substantia gelatinosa centralis, *t*, *t*. Unmittelbar vor dieser letzteren gewahrt man (weiter nach vorn, d. h. gegen den linken Seitenrand der Figur hin) einen dunklen Streif, * *, durch die ganze Länge der Figur von oben nach unten sich erstreckend, offenbar Querdurchschnitts-Flächen von Fasern. Dieses sind die hintersten zur Commissura anterior (*x x*) gehörigen Fasern, welche aus dem grauen Vorderhorn, hinter den isolirten hintersten Faser-Fascikeln (*w w*) der weissen Vorderstränge her, in die Commissur eintreten. Unmittelbar vor der bezeichneten dunklen Schicht, * *, weiter nach vorn, d. h. gegen den linken Seitenrand der Figur hin, sieht man eine schmale Schicht von Längsfasern in Continuität (*w w*), welche grossentheils der Axe des Rückenmarks so wie untereinander parallel laufen, hie und da auch wohl aus der Längsrichtung in die schräge umbeugen und in die vordere Commissur (* *) übergehen. Diese Schicht von Längsfasern, welche gleichfalls durch die ganze Länge des Segments vom oberen bis zum unteren Rande sich ununterbrochen erstreckt (am untersten Rande der Figur durch einen Pia-mater-Fortsatz oder grosses Blutgefäss unterbrochen), bildet die am meisten nach hinten gelegenen isolirten Bündel der weissen Vorderstränge dicht neben (resp. vor) dem Centralcanal, *w w*. Unmittelbar vor dieser Schicht von Längsfasern, weiter nach vorn d. h. gegen den linken Seitenrand der Figur hin, sieht man eine, aus Faser-Fragmenten der verschiedensten Richtungen, aus Schräg- und Querdurchschnitts-Flächen von Fasern zusammengesetzte, gleichsam dicht verfilzte dunkle Masse, *x x*, welche sich durch die ganze Länge des Segments vom oberen bis zum unteren Rande desselben erstreckt. Diese Masse ist die Durchschnitts-Fläche der Commissura anterior, *x x*, und zwar ihrer mehr seitlichen Theile. Den Uebergang einzelner Fasern aus derselben in die weissen Vorderstränge gewahrt man unzweideutig.

Fig. 27. Längsabschnitt aus den innersten Schichten des innersten Viertels der Seitenhälfte des (bezeichneten Theils des) Rückenmarks, durch den Centralcanal fallend, ein wenig näher gegen die Fissuren hin (und fast unmittelbar an letzteren), als die in voriger Figur bezeichneten Schichten.

Die weissen Hinterstränge, $c^* c\dagger c'$, $c\dagger c^* c'$, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur. Ihre schräglaufenden Längsfasern bilden eine etwas auffallendere Kreuzung als in der vorigen

Figur. Im hinteren Theil der Hinterstränge (nächst dem rechten Seitenrande der Figur) erscheint ein breites Stück des Pia mater-Fortsatzes (als weisser Streif quer durch einen Theil der Hinterstränge von rechts nach links gehend); viel auffallender aber ein grosses Blutgefäss, *d*, durch die ganze Länge der Figur von oben abwärts verlaufend. Auch an anderen Stellen der Hinterstränge sieht man auffallendere Blutgefässe (*d*), als in früheren Figuren. Unmittelbar vor den vordersten Lagen der weissen Hinterstränge erscheint ein dunkler schmaler Streif (*s s*), wie in der vorhergehenden Figur durch die ganze Länge des Segments von oben abwärts in fast gleicher Breite sich erstreckend, minder dunkel als der gleiche Streif in der vorigen Figur. Es ist dieses die Querdurchschnitts-Fläche der Commissura posterior, *s*, *s*, vermischt mit Theilen der Substantia gelatinosa centralis, welche in dieser Figur (Schicht) weniger von der hinteren Commissur gesondert erscheint als in der vorhergehenden; daher auch kein so dunkles Ansehen auf dem Querdurchschnitt bietet als die Commissur (Querdurchschnitts-Fläche) in der vorigen Figur (26). Unmittelbar vor der eben beschriebenen (Schicht der Querdurchschnittsfläche der) Commissura posterior (gegen den linken Seitenrand der Figur hin) sehen wir einen hellen Streif (*v*, *v*), beiderseits von zwei dunkelschwarzen, aus linienförmig aneinander gereihten Punkten bestehenden, parallelen Gränzen eingefasst, durch die ganze Länge der Figur von oben abwärts sich erstreckend. Dies ist der Canalis centralis, *v*, *v*, und die beiden dunklen parallelen Gränzlinien desselben werden von dem Epithelium des Canalis centralis gebildet. Da der Centralcanal nicht leer (in den gezeichneten Segmenten), sondern mit Blut gefüllt war, so erscheint derselbe in dem Bilde nicht als leerer Raum. Unmittelbar vor dem Centralcanal (gegen den linken Seitenrand der Figur hin) erscheint eine schmale hellere (*t t*) Substanz, hie und da dunkle Punkte (Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von dünnen Faserbündeln) zeigend, und durch die ganze Länge des Segments sich erstreckend. Dies ist die vor dem Centralcanal gelegene Schicht der Substantia gelatinosa centralis, *t*, *t*. Unmittelbar vor dieser (weiter gegen den linken Seitenrand der Figur hin) ist eine breite, aus Faserfragmenten der verschiedensten Richtungen, Quer- und Schrägdurchschnittsflächen von Fasern bestehende, dunkle Schicht einer, gleichsam ein Filzgewebe bildenden Masse (*x*, *x*) sichtbar, viel breiter als die entsprechende Masse der vorhergehenden Figur, durch die ganze Länge des Segments in fast gleicher Breite sich erstreckend. Es ist dieses die Commissura anterior, *x*, *x*, welche hier ihre Durchschnittsfläche zeigt, und zwar dicht neben ihrer Mitte, wo sie am breitesten ist (in der Richtung von hinten nach vorn). Man sieht Fasern in längeren Strecken in Continuität, welche aus dem Filzgewebe der Commissura anterior heraus in die weissen Vorderstränge (*w''' w† w**) übergehen; es sind dieses austretende Fasern der Commissura anterior (hier nicht speciell im Bilde bezeichnet, um letzteres nicht durch die Buchstaben zu beeinträchtigen). Die weissen Vorderstränge *w''' w† w**, *w''' w* w†*, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur; nur treten darin bereits auffallend grosse Blutgefässe, *d*, in die Erscheinung.

Fig. 28. Längsabschnitt aus den innersten, unmittelbar an die Fissuren gränzenden Schichten der einen Seitenhälfte des Rückenmarks. Diese Figur ist nach dem betreffenden Segmente eines anderen Kalbs-Rückenmarks gezeichnet worden, weil das vorhergehende (Fig. 27) Segment bereits durch den Centralcanal fiel, also zum Theil schon durch die Schichten, welche streng genommen erst durch die vorliegende Figur dargestellt werden sollen, geführt worden war. Eigentlich scheint dies nicht gebilligt werden zu können. Wer aber mit diesen Arbeiten vertraut ist, sieht bald ein, dass es unmöglich ist, einen feinen, in einer absoluten Verticalebene durch das Rückenmark fallenden Längsabschnitt aus letzterem mit dem Rasirmesser anzufertigen. Ich habe es aber für besser gehalten, die betreffenden Segmente treu abbilden zu lassen, als Skizzen zu geben, um so mehr, als die Uebersicht über die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Theile, durch die geringe hier bezeichnete Abweichung des Segments von der Verticalebene, nicht leidet.

Die weissen Hinterstränge *c* c† c'*, *c† c* c'*, verhalten sich im Ganzen wie in den beiden vorhergehenden Figuren (27 und 26), mit dem Unterschiede, dass sich eine grössere Anzahl von Blutgefässen darin zeigt. Die Durchschnittsfläche der Commissura posterior, *s s*, so wie der Centralcanal, *v*, *v*, nebst seinen beiden dunklen Grenzlinien (durch das Epithelium des Centralcanals gebildet) verhalten sich ebenfalls wie in der vorhergehenden Figur. Auch in diesem Segmente ist der Centralcanal mit Blut gefüllt, daher bildet er keinen leeren Raum in der Figur. Die Commissura anterior, *x*, *x*, verhält sich gleichfalls im Allgemeinen wie in der vorhergehenden Figur, mit dem Unterschiede, dass ihre Durch-

schnittsfläche weniger breit ist, begreiflicher Weise, weil der Längsschnitt gerade durch die Mitte der Commissur fällt (und durch den Grund der Fissura anterior), wo sie weniger breit (in der Richtung von hinten nach vorn) ist, als wenn der Schnitt ein wenig neben die Mittellinie derselben fällt. Auch zeigt die Durchschnittsfläche der Commissur in diesem Segmente weniger Faserstrecken in Continuität, sondern vorzugsweise Schräg- und Querdurchschnittsflächen von Fasern, weil in der Mittellinie der Commissur (in der Richtung von hinten nach vorn) die Fasern derselben vorzugsweise einen queren, oder doch der queren Richtung nahe stehenden, Lauf haben, durch einen Längsschnitt also in querer oder schräger Richtung getrennt werden, und auf einem Längsabschnitt daher nur die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen ihrer Fasern zeigen können.

Die weissen Vorderstränge, *w‴ w+ w**, *w‴ w* w+*, verhalten sich im Ganzen wie in der vorhergehenden Figur, mit dem Unterschied, dass eine auffallende Zahl grosser Blutgefässe, *d*, *d*, *d*, *d*, welche mit dem Pia-mater-Fortsatz, *, *, (am linken Seitenrande) in die Fissura anterior eintreten, darin enthalten sind.

Allgemeine Bemerkungen zur Erklärung der achtzehnten, neunzehnten, zwanzigsten und einundzwanzigsten Tafel.

Die auf den vier Tafeln, XVIII bis XXI, enthaltenen Abbildungen stellen die 26fach linear vergrösserten Querdurchschnittsflächen der in Chromsäure gehärteten Nervenwurzeln des Menschen- und Kalbs-Rückenmarks dar. Die sämmtlichen Bilder sind mit Hülfe des Sömmering'schen Spiegelchens (Camera clara) unter dem grossen Schiek'schen Mikroskope nach der Natur vom Verfasser selbst sorgfältig gezeichnet worden, auf eine in dem Capitel über den Flächeninhalt der Nervenwurzeln genau beschriebene Weise. Diese Darstellungen sind daher photographischen Bildern der Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln, jedoch 26fach linear vergrössert, gleich zu achten. Um die Farbe der Bilder der Natur möglichst entsprechend wiederzugeben, wurde der vorliegende Tondruck gewählt, welcher auch die Farbe der mikroskopischen Bilder ziemlich getreu wiedergiebt. Mit Ausnahme der Nervi accessorii Willisii, der Nervi Trigemini und der untersten Nervi coccygei des Kalbs-Rückenmarks, ist ein jedes der dargestellten Nervenpaare aus vier Gruppen von Querdurchschnittsflächen zusammengesetzt, deren jede eine besondere Bezeichnung hat. Die zu einem Nervenpaare gehörigen vier Gruppen von Querdurchschnittsflächen der Fibrillen, welche die beiden vorderen und die beiden hinteren Nervenwurzeln je eines Nervenpaars zusammensetzen, sind mit fortlaufenden römischen Ziffern (I, II, u. s. f.) bezeichnet. Die einzelnen Gruppen sind aber in folgender Weise bezeichnet:

v. r. bezeichnet die Querdurchschnittsfläche der zur vorderen Wurzel der rechten Seite gehörigen Fibrillen.

v. l. bezeichnet die Querdurchschnittsfläche der zur vorderen Wurzel der linken Seite gehörigen Gruppe von Fibrillen.

h. r. bezeichnet die Gruppe von Querdurchschnittsflächen derjenigen Fibrillen, welche die hintere Wurzel der rechten Seite bilden.

h. l. bezeichnet die Gruppe von Querdurchschnittsflächen derjenigen Fibrillen, welche die hintere Wurzel der linken Seite zusammensetzen.

Diese Bezeichnungen haben in sämmtlichen Figuren dieser Tafeln XVIII — XXI die nämliche Bedeutung.

Erklärung der achtzehnten Tafel.

Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel stellen Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln des Menschen-Rückenmarks (von einer 26jährigen Frau) dar.

Fig. A. r. Querdurchschnittsfläche des Nervus Accessorius Willisii rechter Seite, dicht oberhalb der Insertionsstelle des ersten Hals-Nervenpaars in das Rückenmark. Neben dem Hauptstamme des Nerven liegt noch ein dünneres Fascikel an.

Fig. A.. l.* Querdurchschnittsfläche des N. Accessorius Willisii der linken Seite, aus gleicher Höhe, wie in der vorigen Figur angegeben wurde.

Fig. I. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis primus.
Fig. II. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis secundus.
Fig. III. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis tertius.
Fig. IV. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis quartus.
Fig. V. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis quintus.
Fig. VI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis sextus.
Fig. VII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis septimus.
Fig. VIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis octavus.
Fig. IX. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis primus.
Fig. X. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis secundus.
Fig. XI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis tertius.
Fig. XII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis quartus.
Fig. XIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis quintus.
Fig. XIV. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis sextus.
Fig. XV. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis septimus.
Fig. XVI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis octavus.
Fig. XVII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis nonus.
Fig. XVIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus.
Fig. XIX. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus primus.
Fig. XX. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus secundus.
Fig. XXI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis primus.
Fig. XXII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis secundus.
Fig. XXIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis tertius.

Erklärung der neunzehnten Tafel.

Die Fig. XXIV bis XXXIII dieser Tafel stellen Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln des Menschen-Rückenmarks dar, und bilden die Fortsetzung der auf der achtzehnten Tafel gegebenen Darstellungen. Die anderen Figuren dieser Tafel (Fig. A, I — II) stellen Querdurchschnittsflächen von Nervenwurzeln des Kalbs-Rückenmarks dar.

Fig. XXIV. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis quartus.
Fig. XXV. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis quintus.
Fig. XXVI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis primus.
Fig. XXVII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis secundus.
Fig. XXVIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis tertius.
Fig. XXIX. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis quartus.
Fig. XXX. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis quintus.
Fig. XXXI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. coccygeus.
Fig. XXXII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Trigeminus rechter Seite.
Fig. XXXIII. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Trigeminus linker Seite.

Fig. A. r. Querdurchschnittsfläche des Nervus Accessorius Willisii der rechten Seite des Kalbs-Rückenmarks, dicht oberhalb der Insertionsstelle des Nervus Cervicalis primus in das Rückenmark. Er besteht aus einem dicken Hauptstamme und mehreren kleineren Fibrillen.

*Fig. A. *. l.* Querdurchschnittsfläche des Nervus accessorius Willisii der linken Seite (des Kalbs-Rückenmarks) aus gleicher Höhe, wie die vorhergehende Figur.

Fig. I. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des Nervus Cervicalis primus des Kalbes.
Fig. II. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis secundus.

Erklärung der zwanzigsten Tafel.

Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel stellen Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln des Kalbs-Rückenmarks dar, und bilden die Fortsetzung der in Fig. I und II der neunzehnten Tafel gegebenen Darstellungen.

Fig. III. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis tertius.
„ *IV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis quartus.
„ *V.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis quintus.
„ *VI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis sextus.
„ *VII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis septimus.
„ *VIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Cervicalis octavus.
„ *IX.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis primus.
„ *X.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis secundus.
„ *XI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis tertius.
„ *XII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis quartus.
„ *XIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis quintus.
„ *XIV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis sextus.
„ *XV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis septimus.

Erklärung der einundzwanzigsten Tafel.

Die auf dieser Tafel enthaltenen Figuren stellen Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln des Kalbs-Rückenmarks dar, und bilden die Fortsetzung der auf der zwanzigsten Tafel gegebenen Darstellungen.

Fig. XVI. Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis octavus.
„ *XVII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis nonus.
„ *XVIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus.
„ *XIX.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus primus.
„ *XX.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus secundus.
„ *XXI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Dorsalis decimus tertius.
„ *XXII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis primus.
„ *XXIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis secundus.
„ *XXIV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis tertius.
„ *XXV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis quartus.
„ *XXVI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis quintus.
„ *XXVII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Lumbalis sextus.
„ *XXVIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis primus.
„ *XXIX.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis secundus.
„ *XXX.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis tertius.
„ *XXXI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis quartus.
„ *XXXII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis quintus.
„ *XXXIII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Sacralis sextus.
„ *XXXIV.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Coccygeus primus.
„ *XXXV und XXXVI.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Coccygeus secundus et tertius.
„ *XXXVII.* Querdurchschnittsfläche der Wurzeln des N. Coccyeus quartus et caeterorum Coccygeorum.

Erklärung der zweiundzwanzigsten Tafel.

Die vier grossen Figuren dieser Tafel stellen Querdurchschnittsflächen aus den obersten Schichten des Rückenmarks, 26fach linear vergrössert, dar. Und zwar sind die Fig. 1 u. 2 aus dem nämlichen in Chromsäure gehärteten Menschen-Rückenmark (26jährige Frau), dessen Nervenwurzeln zur Zeichnung (und Messung) der Nervenwurzeln (Querdurchschnittsflächen), Taf. XVIII und XIX, benutzt wurden; die Fig. 3 und 4 sind aus dem nämlichen Kalbs-Rückenmark (in Chromsäure gehärtet), dessen Nervenwurzeln zu den Zeichnungen (und Messungen) der Nervenwurzeln (Querdurchschnittsflächen), Taf. XIX, XX, XXI, gebraucht worden sind. Zur Ersparung des Raumes ist von jedem der betreffenden Querabschnitte nur eine Seitenhälfte gezeichnet worden. Die graue Substanz ist hier schattirt, eben so die Commissuren; die weisse Substanz ist ohne die ihr unter dem Mikroskop eigenthümliche Schattirung gelassen, und blos in Umrissen dargestellt worden. Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel müssen, was ihre Umrisse betrifft, als photographisch genaue Darstellungen der natürlichen Verhältnisse betrachtet werden, indem sie mittelst des Sömmering-schen Spiegelchens, eben so wie die Querdurchschnittsflächen der Nervenwurzeln (Taf. XVIII — XXI) mit grösster Sorgfalt von mir selbst, nach je einem gelungenen guten Querabschnitte aus dem Rückenmark, gezeichnet worden sind. Da bei den Figuren dieser Tafel hauptsächlich nur die verschiedenen Flächeninhaltsverhältnisse der grauen und weissen Substanz eines jeden Querabschnitts in Betracht kommen, so habe ich auf die Ausführung der feineren Einzelnheiten einer jeden Figur keine besondere Mühe verwendet. Daher kann die Zeichnung der Details, z. B. der Commissuren, der centralen Nervenbahnen, der Nervenzellengruppen etc. nur als eine grob skizzirte in jeder dieser Figuren angesehen werden.

Fig. 1. Querabschnitt aus dem Rückenmarke einer 26jährigen Frau, aus den obersten Schichten des ersten Hals-Nervengebiets. Die Buchstaben und Zahlen haben die nämliche Bedeutung, wie die bei Taf. II—X gebrauchten, deren Erläuterung oben, p. XII und XIII, mitgetheilt worden ist. Indem ich den Leser dorthin verweise, erscheint eine jede weitere Erklärung hier überflüssig. Die centrale Bahn des Nervus accessorius Willisii, *N N*, erscheint nur fragmentarisch.

Fig 1ª. Der nämliche Querabschnitt (Fig. 1) in natürlicher Grösse bei durchfallendem Lichte dargestellt.

Fig. 2. Querabschnitt aus dem Rückenmarke der nämlichen Frau, aus der Gegend, aus welcher die obersten Fibrillen des zweiten Halsnervenpaars entspringen. Die Bezeichnungen bedeuten die nämlichen Theile, wie in der vorhergehenden Fig. 1. Daher eine specielle Erläuterung überflüssig ist.

Fig. 2ª. Der nämliche Querabschnitt (Fig. 2) in natürlicher Grösse, bei durchfallendem Lichte gesehen und dargestellt.

Fig. 3. Querabschnitt aus dem Rückenmark eines Kalbes, aus der Gegend, aus welcher die obersten Fibrillen des ersten Halsnervenpaars entspringen. Die Bezeichnungen bedeuten die nämlichen Theile wie in den vorhergehenden Figuren. Bei *P P* sieht man eine Abtheilung grauer Substanz innerhalb der Seitenstränge (wie bei Fig. 1 der vierten Tafel), welche ich als hinteren Kern des Nervus accessorius Willisii bezeichne. Bei *NN* sind Theile der centralen Bahn des Nervus accessorius Willisii; ein breites compactes Bündel der centralen Bahn des Nervus accessorius Willisii erscheint bei *N' N'*.

Fig. 3ª. Der nämliche Querabschnitt (Fig. 3) in natürlicher Grösse bei durchfallendem Lichte gesehen und gezeichnet.

Fig. 4. Querabschnitt aus demselben Kalbs-Rückenmark (wie Fig. 3), aus der Gegend, aus welcher die obersten Wurzelfibrillen des zweiten Halsnervenpaars entspringen. Buchstaben und Zahlen bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorausgegangenen Figuren. Eine speciellere Erläuterung ist daher überflüssig.

Fig. 4ª. Der nämliche Querabschnitt (Fig. 4) in natürlicher Grösse, bei durchfallendem Lichte gesehen und gezeichnet.

Erklärung der dreiundzwanzigsten Tafel.

Diese Tafel ist hauptsächlich dazu bestimmt, die histologischen Verhältnisse der nächsten und näheren Umgebung des Centralcanals des Rückenmarks, d. h. der Epithelien und der Substantia gelatinosa centralis in den verschiedenen Thierklassen zu erläutern, und bildet demnach zu dem pag. 8, 9, 10, 11, 12 und 13 dieser Schrift Gesagten die bildliche Illustration, daher es überflüssig ist, eine genauere Erklärung und Beschreibung hier zu geben. Ausser dem hier Erwähnten, welches sich auf das Rückenmark des Menschen und der Säugethiere bezieht, findet man in Betreff der übrigen Thierklassen alles das, was die Elemente der Substantia gelatinosa centralis und die Epithelialzellen betrifft, in den die genannte Substanz behandelnden Abschnitten des 4. Buches; in Bezug auf die Elemente der Substantia gelatinosa centralis bei Menschen und Säugethieren aber im 1. Buche, pag. 35—37.

Fig. 1. Centralcanal nebst umgebendem Epithelialkranze und einem Theile der Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus dem Kalbs-Rückenmark (Brustanschwellung, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert).

Der grosse leere Raum in der Mitte der Figur ist der Centralcanal. Man sieht denselben begrenzt von zahlreichen Epithelialzellen, deren einzelne zwar nicht überall gleich deutlich sind, weil sie sich theilweise decken, die jedoch hie und da sich sehr deutlich als solche zeigen.

a. Epithelialzelle.

b. Deren Kern.

c. Kernkörperchen.

dd'. Ausläufer der Epithelialzelle, radienartig verlaufend.

ee'. Halbkreisförmig verlaufende Ausläufer der Epithelialzellen.

Das Netzwerk der radienartig und halbkreisförmig verlaufenden Fasern (Ausläufer der Epithelialzellen) ist so klar dargestellt, dass es keiner genaueren Beschreibung und Bezeichnung bedarf. Bei *,* und an andern Stellen der Begrenzung des Centralcanals sieht man Spuren der Flimmercilien.

Fig. 2. Centralcanal und Umgebung aus dem Rückenmark des Petromyzon, wie solcher auf Querabschnitten erscheint (Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt), 1100fach linear vergrössert.

a. Epithelialzelle.

b. Kern derselben.

c. Kernkörperchen.

Die Ausläufer der Epithelialzellen laufen sehr unregelmässig.

d. Radienartig verlaufende Fasern.

ee'. Halbkreisförmig verlaufende Fasern.

Die Epithelialzellen des Centralcanals bei Petromyzon zeigen das centrale Ende zugespitzt, oft nur $^{1}/_{1500}'''$ breit; der Mitteltheil breiter, ampullenartig, enthält einen runden oder ovalen Nucleus; in diesem oft excentrisch ein sehr kleiner Nucleolus. Dimensionen dieser Epithelialzellen: Länge der Zelle $^{4}/_{300}'''$; Breite $^{7-8}/_{1500}'''$; Nucleus $^{1}/_{300}'''$; Nucleolus $^{1}/_{1500}'''$. Das centrale schmale Ende der Epithelialzelle oft sehr lang, $^{3}/_{300}''' = 0{,}01'''$, und der Nucleus oder Mitteltheil vom Centralcanal sehr entfernt liegend. Die Zellen liegen nicht so regelmässig neben einander, sondern in unregelmässigen Reihen hinter und neben einander, oft 4—5 hinter- und schräg neben einander.

Alle Fortsätze sind, wo sie den Centralcanal bilden, mit einander verbunden, und es erscheint, als die Gränze des Centralcanals, resp. der centralen Enden der Epithelialzellen, eine gezackte Doppelcontour. Das peripherische Ende der Epithelialzellen ist so schmal wie das centrale, bis $^{1}/_{1500}'''$, verliert sich zwischen den Nervenprimitivfasern.

Fig. 3. Centralcanal nebst umgebender Epithelialschicht und Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus dem Cervicaltheil des Rückenmarks vom Squalus (Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 550fach linear vergrössert). Nach dem bei Fig. 1 und 2 Gesagten ist jede genauere Erklärung dieser Figur überflüssig. Die Kerne der Epithelialzellen (am Präparat intensiv roth, wie in Fig. 2, 4, 6 und 7) stechen sehr hervor.

a. Epithelialzelle.

b. Kern derselben.

d. und e. bezeichnen dieselben Theile, wie in den vorhergegangenen Figuren.

Fig. 4. Centralcanal nebst umgebender Epithelialschicht und Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus dem oberen Sacraltheil des Rückenmarks eines Puters (Chromsäure-Präparat mit Carmin behandelt), 1100fach linear vergrössert.

Die Bezeichnungen dieser Figur bedeuten die nämlichen Theile, wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 5. Centralcanal nebst umgebender Epithelialschicht und Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus der Brustanschwellung eines fünfjährigen Kindes (Chromsäure-Präparat), 1100fach linear vergrössert. Die Bezeichnungen bedeuten die nämlichen Theile wie in Fig. 1.

Fig. 6. Centralcanal nebst umgebender Epithelialschicht und Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus der Brustanschwellung des Frosch-Rückenmarks, 550fach linear vergrössert. Die Bezeichnungen dieser Figur bezeichnen die nämlichen Theile wie in den vorhergehenden.

Fig. 7. Centralcanal nebst umgebender Epithelialschicht und Substantia gelatinosa centralis eines Querabschnitts aus dem oberen Halstheil des Rückenmarks des Zitterrochens, 550fach linear vergrössert (Chromsäure-Präparat mit Carmin behandelt). Die Bezeichnungen dieser Figur bezeichnen die nämlichen Theile wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. A.* Sehr vereinfachtes Schema des Rückenmarks, zu pag. 686 gehörig; hintere Rückenmarkshälfte mit zwei hinteren Nervenwurzeln beiderseits.

I. und II. Hintere Nervenwurzeln linker Seite.

I'. und II'. Hintere Nervenwurzeln rechter Seite.

a. b. c. Centraler Verlauf der obersten Nervenfaser aufwärts.

a.' b'. c'. Centraler Verlauf der untersten Nervenfaser abwärts.

d. Nervenzelle der grauen Substanz.

e. Commissurenfaser.

d. f. Fasern von der Nervenzelle auf- und abwärts gehend.

h. Fasern, in die Vorderstränge der entgegengesetzten resp. nämlichen Seitenhälfte verlaufend.

d. h. d' h', d'' h'' erklären sich aus pag. 686.

1 bis 12 erklären sich gleichfalls aus dem pag. 686 Mitgetheilten.

A. A'. Schnitt durch die linke Seitenhälfte des Rückenmarks, dicht oberhalb der Austrittsstelle der Nervenwurzel I.

B. B'. Querschnitt durch die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks unterhalb der Austrittsstelle der Nervenwurzel I'.

Erklärung der vierundzwanzigsten Tafel.

Die vorliegende Tafel ist dazu bestimmt, den feineren Bau der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks zu erläutern und bildet daher die Illustration zu dem oben pag. 701—775 Gesagten, nicht minder auch zu den über die Nervenprimitivfasern der verschiedenen einzelnen Stränge resp. Theile in dem vierten Buche dieser Schrift mitgetheilten Thatsachen.

Fig. 1. Längsabschnitt aus der in Chromsäure gehärteten vorderen Nervenwurzel des 7. Halsnerven eines Kalbes, 1100fach linear vergrössert. Man sieht hier fünf Nervenprimitivfasern parallel neben einander liegen, 1. 1', 2. 2', 3. 3', 4. 4', 5. 5', alle so ziemlich von gleichem Durchmesser, jedoch ist die Faser 3, 3' am stärksten. An einer jeden erkennt man mehr oder weniger längs der Mitte verlaufend den Axencylinder *a a';* derselbe ist umgeben von dem sog. Nervenmark, *b b'*, welches aus vielfach verflochtenen Elementarröhrchen zusammengesetzt ist, die am äussern Seitenrande die sog. Hülle der Nervenprimitivfaser, *c c'*, bilden. Letztere zeigt an fast allen Stellen die sog. Doppel-

contour, ebenfalls gebildet durch die Elementarröhrchen, deren einzelne isolirt, bei *c* an verschiedenen Punkten sichtbar sind. Das Genauere folgt bei Erklärung der Fig. 3 im Folgenden.

Fig. 2. Längsabschnitt aus der hintern Nervenwurzel des 7. Halsnerven eines Kalbes; Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht hier vier Nervenprimitivfasern 1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4', ziemlich parallel neben einander liegend und fast von gleichem Durchmesser. Man gewahrt an allen diesen Nervenprimitivfasern genau die nämliche Beschaffenheit wie an den in Fig. 1 dargestellten. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen hier die nämlichen Theile wie bei Fig. 1, daher eine genauere Erklärung hier überflüssig ist.

Fig. 3. Eine isolirte Nervenprimitivfaser aus der hinteren Nervenwurzel des 7. Halsnerven eines Kalbes, Chromsaurepräparat, 1100fach linear vergrössert. Diese Faser habe ich deshalb nur dargestellt, um an ihr die Einzelheiten genauer zu bezeichnen, welche man nachher an den übrigen, in Fig. 1 und 2 dargestellten, Nervenprimitivfasern desto leichter und sicherer wieder erkennen wird. Man sieht vor Allem den Axencylinder, *a a'*, ziemlich in der Mitte der Faser verlaufend; derselbe zeigt dickere und dünnere Stellen in seinem Verlaufe, welche ich nicht speciell bezeichnet habe, weil sie genügend in die Augen fallen. An seinem unteren Theile und an einigen Stellen seines oberen Theils zeigt derselbe Längsstreifen, als ob ein doppelter Axencylinder hier vorhanden wäre, bei *. Die Peripherie dieser Nervenprimitivfasern, *c*, *c*, *c'*, zeigt beiderseits die Doppelcontour vielfach unterbrochen. Die Scheide oder Hülle der Nervenprimitivfasern ist nirgends so isolirt zu sehen, als sie an den frischen Fasern durch Reagentien sichtbar gemacht werden kann, jedoch sieht man, bei *c*, Ausläufer der Hülle, welche aus ihrer Verbindung mit benachbarten Nervenprimitivfasern durch die Präparation losgerissen worden sind, als vereinzelte Elementarröhrchen, welche letztere noch viel deutlicher in der rechts neben der eben beschriebenen Nervenprimitivfaser liegenden schmälern Nervenprimitivfaser, von welcher freilich nur ein Fragment erscheint, bei *c* sichtbar sind. Die Verbindungstheile zwischen Axencylinder und Peripherie der Nervenprimitivfaser zeigen sich hier in den mannichfaltigsten Formen, welche das Nervenmark, *b b'*, bilden. Bald sind es querlaufende Elementarröhrchen, *g g'*, bald sind es schräglaufende, bei *b*, bald bifurcatorisch getheilte, bei *, oder mit einander anastomosirende Elementarröhrchen, welche den ganzen Raum zwischen Axencylinder und Peripherie der Nervenprimitivfaser erfüllen und deutlich genug an vielen Stellen in evidenter Continuität mit dem Axencylinder stehen, resp. Ausstrahlungen oder Bifurcationen des Axencylinders darstellen, z. B. bei *a'*. Das verschiedene Ansehen dieser Elementarröhrchen und ihr verschiedener Lauf bietet bald eine Aehnlichkeit mit spiralig um die Nervenprimitivfaser herumlaufenden feineren Fasern, bald die verschiedensten andern unregelmässigen Formen.

Fig. 4. Zwei isolirte Nervenprimitivfasern aus den weissen Hintersträngen des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert. Die grössere Nervenprimitivfaser ist aus einem, nach der Härtung in Chromsäure mit Carmin behandelten, Präparate. Man sieht an diesen Nervenprimitivfasern genau die nämlichen Theile, wie an den in Fig. 1—3 beschriebenen, den Axencylinder, bei *a a'*, das den Axencylinder umgebende Nervenmark, *b b'*, die Hülle der Nervenprimitivfasern und einzelne Elementarröhrchen derselben, welche aus ihrem Zusammenhang mit benachbarten Nervenprimitivfasern losgerissen sind, bei *c c'* Verzweigungen des Axencylinders, resp. Ausläufer desselben, welche Elementarröhrchen des Nervenmarks bilden, bei *d*. Der Axencylinder der grösseren Nervenprimitivfaser erscheint durch Carmin roth gefärbt, das Nervenmark und die Hülle dagegen farblos, ein Beweis der Verschiedenheit des Nervenmarks sammt Hülle vom Bindegewebe, welches durch Carmin ebenso wie der Axencylinder roth gefärbt wird.

Fig. 5. Zwei Nervenprimitivfasern aus den weissen Vordersträngen des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert. Man erkennt an diesen beiden Nervenprimitivfasern wiederum dieselben Theile wie an den vorausgegangenen Figuren. Der roth gefärbte Axencylinder, *a a'*, das ungefärbte Nervenmark sammt Hülle, *b b'*, isolirte Elementarröhrchen des Nervenmarks, bei *e*, isolirte Elementarröhrchen der Hülle, bei *c*. Die obere Hälfte beider Nervenprimitivfasern zeigt den Zusammenhang ihrer gegenseitigen Hüllen, bei *, während die untere Hälfte der beiden Nervenprimitivfaser-Fragmente getrennt

verläuft und die jeder einzelnen Nervenprimitivfaser zugehörigen Theile des Marks und der Hülle auch gesondert zeigt.

Fig. 6. Isolirte Nervenprimitivfaser aus den weissen Vordersträngen des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert. In dieser, wie in allen folgenden Figuren dieser Tafel, bezeichnen folgende Buchstaben folgende Theile:

a a'. Axencylinder.

b b'. Nervenmark.

c c'. Hülle der Nervenprimitivfaser und einzelne Elementarröhrchen derselben.

d. Verzweigungen des Axencylinders.

e. Isolirte Elementarröhrchen des Marks der Nervenprimitivfaser.

An dieser Nervenprimitivfaser erscheint der Axencylinder ganz, während das Nervenmark sammt Hülle an mehreren Stellen zerrissen ist. Die Verzweigungen des Axencylinders, bei *d*, resp. die Ausläufer desselben in das Nervenmark, oder die Insertion verschiedener Elementarröhrchen des Nervenmarks in den Axencylinder, sind hier besonders deutlich zu sehen. Die ausschliessliche Röthung des Axencylinders durch Carmin verhält sich, wie bei den früheren Figuren angegeben ist.

Fig. 7. Vier neben einander liegende Nervenprimitivfasern aus den centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepäparat mit Carmin behandelt, 550fach linear vergrössert.

Diese Figur ist hier dargestellt, um die Gleichheit der Nervenprimitivfasern an den verschiedensten Stellen des Rückenmarks darzuthun. Die Axencylinder, *a a'*, *a a'*, das Nervenmark, *b*, die Nervenfaserhülle, *c*, verhalten sich wie bei den vorhergehenden Figuren, daher eine genauere Erklärung überflüssig ist.

Fig. 8. Zwei Nervenprimitivfasern aus den centralen vorderen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge eines andern Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert. Bei ** erscheint der Axencylinder, *a a*, der einen Nervenprimitivfaser isolirt, wie in Fig. 6. Alles das dort Gesagte gilt auch von vorliegender Figur.

Fig. 9. Feiner Längsabschnitt aus den weissen Vordersträngen des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

In dieser Figur sieht man drei Nervenprimitivfasern, 1'1, 2'2, 3'3, ziemlich parallel neben einander verlaufend. Obwohl in ihrer untern Hälfte diese drei Nervenprimitivfasern so mit einander verflochten sind, dass es auf den ersten Blick schwer zu sein scheint, jede einzelne deutlich von der andern zu unterscheiden, so findet man doch bei genauerer Betrachtung, dass eine jede dieser drei Fasern die ihr wesentlich zukommenden Theile von denen der andern gesondert darbietet. Die Axencylinder, *a a'*, sind durchaus von einander getrennt, das Nervenmark, *b b*, gleichfalls an den meisten Stellen, nur die Hüllen, *c* c**, sind in der unteren Hälfte vielfach durch anastomosirende Elementarröhrchen mit einander verbunden und nicht isolirt erscheinend, in der obern Hälfte dagegen, wahrscheinlich durch die Präparation, deutlich isolirt.

Fig. 10. Feiner Längsabschnitt aus den Seitensträngen des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert.

Diese Figur zeigt dieselben wesentlichen Verhältnisse wie Fig. 9, daher eine genauere Erklärung hier überflüssig ist. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile wie in Fig. 9. Bei *a** sieht man einen lang hervorstehenden Axencylinder, an vielen Stellen noch Fragmente seiner Ausläufer, resp. Elementarröhrchen des Nervenmarks, die mit ihm in Verbindung stehen.

Fig. 11. Nervenprimitivfaser aus den weissen Vordersträngen des Kalbs-Rückenmarks (feiner Längsabschnitt), Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

An dieser Nervenprimitivfaser ist ein Axencylinder nicht zu erkennen, wie das nicht selten vorkommt. Die grosse Menge der Elementarröhrchen des Nervenmarks, welche den sicherlich vorhandenen Axencylinder umhüllen, lassen denselben nicht sichtbar werden.

Fig. 12. Nervenprimitivfaser aus der Commissura anterior des Menschen-Rückenmarks, 1100fach linear vergrössert, enthalten am Rande eines Querabschnitts aus der Lumbaranschwellung eines in Chromsäure gehärteten Rückenmarks.

Man sieht hier fast nur den Axencylinder, *a a'*; derselbe zeigt an mehreren Stellen, bei *b'*, *b''*, *b**, Ausläufer in der Form kleiner Elementarröhrchen, welche Theile des sog. Nervenmarks bilden, in sehr instructiver Weise.

Fig. 13. Axencylinder einer Nervenprimitivfaser der Commissura anterior des Menschen-Rückenmarks, aus demselben Präparate, nach welchem Fig. 12 dargestellt worden ist, 550fach linear vergrössert. Der Axencylinder, *a a'*, zeigt in seiner Mitte, bei *, eine Bifurcation, die sich nach oben wieder vereinigt; ausserdem sieht man mehrere Ausläufer desselben, wie an den vorstehend bereits abgebildeten übrigen Axencylindern; ferner dunkle Punkte oder Striche, welche als die Reste der hier abgerissenen Elementarröhrchen des Nervenmarks anzusehen sind.

Fig. 14. Theil eines Querabschnitts aus dem Stamme des in Chromsäure gehärteten Nervus brachialis eines Ochsen, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht hier die Querdurchschnittsflächen von 14 Nervenprimitivfasern. Ich habe zwei derselben, welche am untern Rande der Abbildung befindlich sind, zur Bezeichnung gewählt. Die übrigen zeigen mehr oder weniger deutlich dieselben Verhältnisse. Durch diese Abbildung, sowie durch die folgenden Darstellungen von Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern, wird die Deutung, welche ich den einzelnen Theilen solcher Nervenprimitivfasern, die in Continuität erscheinen, gegeben habe, gewissermaassen controlirt. Man sieht den Axencylinder, bei *a*, roth gefärbt; das Nervenmark, *b*, zwischen Axencylinder und Peripherie, erscheint aus einer grössern oder kleinern Menge von nahezu, jedoch nicht ganz concentrisch verlaufenden Linien, gleich vielfach unterbrochenen Kreis- oder Spiralabschnitten (Fragmenten von Elementarröhrchen). Die Verbindung des Axencylinders mit der Peripherie der Nervenprimitivfaser, resp. die Ausläufer des Axencylinders, erscheint in mehreren dieser Fasern mehr oder minder deutlich, jedoch bei weitem nicht so klar, als dies in der Natur ersichtlich ist. Die Verbindung verschiedener benachbarter Nervenprimitivfasern durch Elementarröhrchen, welche brückenartig von der Peripherie der einen zu der der andern gehen, Sförmig, oder sich kreuzend, von der einen zur andern verlaufend, sind, bei *c' c'*, gleichfalls ersichtlich.

Fig. 15. Theil eines Querabschnitts aus den weissen Hintersträngen eines in Chromsäure gehärteten Kalbs-Rückenmarks, mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert. Man findet hier genau die bei Fig. 14 beschriebene Beschaffenheit der Querdurchschnittsfläche der einzelnen Nervenprimitivfasern. Auch hier sind nur die Axencylinder roth gefärbt, während alle übrigen Theile der Nervenprimitivfasern keinen Farbstoff zeigen.

Fig. 16. Theil eines Querabschnitts aus den weissen Vorder- und Seitensträngen des in Chromsäure gehärteten Kalbs-Rückenmarks, mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert. Auch in dieser Figur sieht man die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Nervenprimitivfasern sich eben so verhalten, wie in den beiden vorhergehenden Figuren, Beweis, dass in den verschiedenen weissen Strängen des Rückenmarks die einzelnen Nervenprimitivfasern im Wesentlichen sich gleich verhalten.

Fig. 17. Theil eines Querabschnitts aus den weissen Hintersträngen des Menschen-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht hier, wie in den drei vorhergehenden Figuren, eine Anzahl von Querdurchschnittsflächen grösserer und kleinerer Nervenprimitivfasern, welche in allen wesentlichen Theilen die gleiche Beschaffenheit zeigen wie diejenigen des Kalbs-Rückenmarks, Beweis von der Uebereinstimmung des feineren Baues der Nervenprimitivfasern im Menschen-Rückenmark mit demjenigen im Rückenmark der Säugethiere.

Fig. 18. Querabschnitt aus einem Theil der weissen Vorder- und Seitenstränge des Menschen-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Die einzelnen Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern verhalten sich wie in der vorhergehenden Figur und beweisen, dass auch im Menschen-Rückenmark, wie im Kalbs-Rückenmark, die Nervenprimitivfasern der verschiedenen weissen Stränge sich auf der Querdurchschnittsfläche gleich verhalten.

Fig. 19. Querabschnitt aus den Seitensträngen des Rückenmarks eines Puters, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Die Querdurchschnittsflächen der hier dargestellten dickeren und feineren Nervenprimitivfasern verhalten sich wie die des Menschen- und Kalbs-Rückenmarks. Daher eine genauere Erklärung überflüssig erscheint.

Fig. 20. Querabschnitt aus den weissen Vordersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Die hier dargestellten Querdurchschnittsflächen der Nervenprimitivfasern verhalten sich in allen wesentlichen Theilen wie die der Fig. 14—19. Eine speziellere Erklärung ist daher auch hier überflüssig.

Fig. 21. Querabschnitt aus den weissen Hintersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Auch in dieser Figur erscheinen die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Nervenprimitivfasern, wie in den beiden vorhergegangenen Figuren, und liefern den Beweis, dass auch in den sämmtlichen weissen Strängen des Puter-, resp. Vogel-Rückenmarks die einzelnen Nervenprimitivfasern im Wesentlichen sich gleich verhalten, und mit denen der Säugethiere und auch des Menschen übereinstimmen.

Fig. 22. Isolirte Nervenprimitivfaser aus den vordern centralen Nervenbahnen innerhalb der weissen Vorderstränge des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert. Man sieht an dieser Nervenprimitivfaser alle wesentlichen Theile wie an Nervenprimitivfasern des Menschen- und Säugethier-Rückenmarks.

Fig. 23. Nervenprimitivfaser aus einem Sacralganglion des Puters, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Man gewahrt auf den ersten Blick die Uebereinstimmung dieser Nervenprimitivfaser in allen wesentlichen Theilen — nicht blos mit der in vorhergehender Figur dargestellten Rückenmarksfaser des Puters, sondern auch mit den in Fig. 1—10 dargestellten anderweitigen Nervenprimitivfasern.

Fig. 24. Nervenprimitivfaser aus den weissen Hintersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

An den hier dargestellten beiden Nervenprimitivfasern verschiedener Grösse sieht man wiederum die verschiedenen einzelnen Theile, wie in Fig. 22.

Fig. 25. Nervenprimitivfaser aus den weissen Seitensträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Alle wesentlichen Theile einer Nervenprimitivfaser, wie solche in Fig. 23 u. 24 erschienen, sieht man auch an der hier dargestellten Faser.

Fig. 26. Nervenprimitivfaser aus den weissen Vordersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert.

Der vorstehende Axencylinder, a^* a^*, zeigt hier, namentlich am untern Ende der Faser, deutliche Fragmente seiner Ausläufer. Im Uebrigen verhält sich auch diese Nervenprimitivfaser wie die in den vorhergehenden Figuren dargestellten, und liefert den Beweis, dass in den verschiedenen weissen Strängen des Puter-Rückenmarks die Nervenprimitivfasern sich wesentlich gleich verhalten, wie im Menschen- und Säugethier-Rückenmark.

Fig. 27. Axencylinder einer Nervenprimitivfaser aus] den weissen Vordersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht drei, resp. vier Varicositäten des Axencylinders, bei a, a', a'', a'''. Die streifige und granulirte Beschaffenheit, sowie verschiedene Ausläufer des Axencylinders, besonders bei a'', sieht man in fast ganz gleicher Weise, wie in Fig. 12.

Fig. 28. Anderer Axencylinder einer Nervenprimitivfaser aus den weissen Vordersträngen des Puter-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Auch hier sieht man zwei deutliche Varicositäten, resp. Bifurcation oder Trifurcation des Axencylinders, wie auch in Fig. 27.

Fig. 29. Querabschnitt aus den hinteren Nervenwurzeln des 8. Halsnervenpaars eines in Chromsäure gehärteten Kalbs-Rückenmarks, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht hier 7 grössere und einige kleinere Querdurchschnittsflächen von Nervenprimitivfasern, die sich im Ganzen wie die entsprechenden Theile in Fig. 14—21 verhalten; besonders deutlich und schön er-

scheinen die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Axencylinder, die Elementarröhrchen des Nervenmarks etc.

Fig. 30. Querdurchschnittsflächen dreier Axencylinder aus drei verschiedenen Nervenprimitivfasern der in Fig. 29 dargestellten, hier isolirt gezeichnet.

Die Doppelcontouren, resp. dreifachen Contouren der Axencylinder, sowie ihre Ausläufer sind hier so deutlich, dass sie keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Fig. 31. Nervenprimitivfaser aus den weissen Seitensträngen des Squalus-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert.

Diese, sowie die folgenden Figuren, 32—44 incl., sind dazu bestimmt, die Uebereinstimmung im feinsten Bau der Nervenprimitivfasern der Fische mit demjenigen der übrigen Thierklassen nachzuweisen. Der erste Blick genügt, um zu erkennen, dass der Axencylinder, *a a'*, das Nervenmark, *b b'*, sowie die Nervenfaserhülle, *c c'*, d. h. alle die die genannten Theile constituirenden Elementarröhrchen, sich eben so verhalten wie bei Vögeln und Säugethieren.

Fig. 32. Nervenprimitivfaser aus den weissen Vordersträngen des Squalus-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert.

Der Axencylinder, *a a†*, zeigt Varicositäten, bei *a' a**, eine granulöse Beschaffenheit und Doppelcontour bei *a''*, wo er vom Nervenmark grösstentheils entblösst ist.

Fig. 33. Andere Nervenprimitivfaser aus den weissen Hintersträngen des Squalus-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 550fach linear vergrössert.

Der Axencylinder, *a a'*, zeigt verschiedene Durchmesser an verschiedenen Stellen seiner Continuität, ist bei *a* breiter als bei *a'*; im Uebrigen verhält sich diese Figur ganz so wie Fig. 31 und 32.

Fig. 34. Zwei Nervenprimitivfasern aus den Vorder-, resp. Seitensträngen des Squalus-Rückenmarks, Chromsäurepräparat. Die grössere Faser ist 1100fach, die kleinere 550fach linear vergrössert.

Man erkennt an der dickeren Nervenprimitivfaser alle wesentlichen Theile, wie z. B. Fig. 4, 5 etc. und an der feineren Nervenprimitivfaser, welche einem Carminpräparat entnommen ist, erkennt man die ausschliessliche Röthung des Axencylinders, wie z. B. Fig. 4, etc.

Fig. 35. Querabschnitt aus den weissen Vordersträngen des Squalus-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Es bedarf nur eines Blickes, um die Uebereinstimmung aller wesentlichen Theile dieser Figur mit denen der Figuren 14—21 zu erkennen. Bei *g g* sieht man Bindegewebsstränge durch Carmin geröthet.

Fig. 36. Längsabschnitt aus den weissen Vordersträngen des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Man erkennt hier 3 colossale Müller'sche Fasern neben einander liegend, und in jeder erscheinen wesentlich dieselben Theile, wie in Fig. 1—12. Die colossalen Dimensionen der ganzen Nervenprimitivfaser, diejenige des Axencylinders vorzugsweise, ausgenommen, ist daher keine wesentliche Verschiedenheit dieser Nervenfasern und der des Menschen und der Säugethiere aufzufinden.

Fig. 37. Eine isolirte Müller'sche Faser aus dem Petromyzon-Rückenmark, Chromsäurepräparat, mit Carmin behandelt, 1100fach linear vergrössert.

Der ausschliesslich geröthete Axencylinder, *a a'*, das farblose Nervenmark, *b b'*, welches an vielen Stellen in Folge der Präparation fehlt, und die gleichfalls farblose Nervenfaserhülle, *c c'*, verhalten sich wie in Fig. 4—7 etc.

Fig. 38. Eine andere Müller'sche Faser aus dem Petromyzon-Rückenmark, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Der Axencylinder, *a a'*, ist theilweise isolirt, er zeigt seine Ausläufer, resp. die Verbindung seiner Elementarröhrchen mit denen des Nervenmarks und der Hülle, wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 39. Eine andere Müller'sche Faser aus dem Petromyzon-Rückenmark, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Der Axencylinder ist an einer Seite gänzlich isolirt, an der andern hängt derselbe noch mit

dem Nervenmark und der Hülle zusammen. Die Ausläufer desselben, *e e*, die granulirte Beschaffenheit seiner Oberfläche, verhalten sich wie in Fig. 36—38.

Fig. 40. Isolirter Axencylinder aus einer Müller'schen Faser des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Die Ausläufer, *e e*, des Axencylinders, *a a'*, erscheinen hier in sehr instructiver Weise. Die ausschliessliche Färbung des Axencylinders durch Carmin, die granulöse Beschaffenheit seiner Oberfläche, verhalten sich wie in den vorausgegangenen Figuren.

Fig. 41. Längsabschnitt aus den weissen Hinter-, resp. Seitensträngen des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Man sieht hier mehrere dickere und viele sehr feine Nervenprimitivfasern, die einzeln kaum von einander getrennt erscheinen. Jedoch unterscheidet man in den dickeren den Axencylinder, *a a'*, während in den feineren Nervenprimitivfasern die Fragmente der betreffenden Axencylinder nur als feine Striche erkannt werden können.

Fig. 42. Querdurchschnittsfläche einer Müller'schen Faser aus dem Petromyzon-Rückenmark, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Der Axencylinder, *a*, zeigt seine Doppelcontour, die granulöse Beschaffenheit der Durchschnittsfläche, und insbesondere im Centrum die Andeutung mehrerer in einander eingeschlossener Schichten. Die Ausläufer des Axencylinders, *e e*, welche das Nervenmark, *b*, constituiren helfen, erscheinen in sehr deutlicher Weise. Die Hülle, *c*, erscheint deutlich in Verbindung mit dem Nervenmark.

Diese Figur stimmt demnach im Ganzen mit den Fig. 14—21 überein. In den meisten Fällen findet man die Querdurchschnittsfläche der Müller'schen Fasern im Petromyzon-Rückenmark in der hier abgebildeten Weise.

Fig. 43. Querdurchschnittsfläche von 4 neben einander liegenden Müller'schen Fasern des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

In der Faser am linken Seitenrande der Figur sieht man den Axencylinder, *a*, die ganze Hülle der Nervenprimitivfaser ausfüllend, das Mark gleichsam fehlend. Ob hier ein Theil der bipolaren Nervenzelle erscheint, von welcher die Müller'sche Faser entspringt, bleibt dahin gestellt. In der Faser am oberen Rande der Figur erscheint der Axencylinder, *a*, colossal, doch ist das Nervenmark, *b*, deutlich. In der Faser am untern Rande der Figur erscheinen die gleichen Verhältnisse. In der Faser am rechten Seitenrande der Figur ist der Axencylinder in Folge der Präparation aus der Hülle herausgefallen.

Fig. 44. Querabschnitt aus den weissen Hintersträngen des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Mit Ausnahme des bedeutend kleineren Durchmessers verhalten sich diese Nervenprimitivfasern wie diejenigen in Fig. 42 und 43.

Fig. 45. Querabschnitt aus den weissen Vorder-, resp. Seitensträngen des Frosch-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Es bedarf nur eines Blickes, um die Uebereinstimmung des Verhaltens dieser Fasern mit den in Fig. 14—21 dargestellten zu erkennen. Zwar sind in vorliegender Figur nicht alle Axencylinder geröthet, weil die Einwirkung des Carmins wahrscheinlich nicht lange genug gedauert hatte. Im Uebrigen zeigt sich aber die ausschliessliche Röthung des Axencylinders, *a*, das Nervenmark, b, und die Nervenfaserhülle, *c*, wie in Fig. 14 etc.

Fig. 46. Längsabschnitt aus den weissen Vorder-, resp. Seitensträngen des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Die einzelnen Nervenprimitivfasern erscheinen hier nicht in der Mehrzahl so deutlich isolirt, wie in dem Rückenmark der andern Thierklassen. Jedoch erkennt man einzelne deutlich genug. Das Nervenmark, *b b*, zeigt sich durchsichtiger, seine einzelnen Elementarröhrchen nicht so deutlich. Die Nervenfaserhülle, *c c*, zeigt an vielen Fasern ihre Doppelcontour deutlich.

Fig. 47. Isolirte Nervenprimitivfaser aus den Seitensträngen des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Auf den ersten Blick erkennt man hier die Uebereinstimmung im feinern Bau der Nervenprimitivfasern auch des Frosch-Rückenmarks mit demjenigen der Nervenprimitivfasern der höheren Thierklassen. Der Axencylinder, *a a'*, erscheint sehr deutlich, ebenso die Elementarröhrchen des Nervenmarks, *b b'*, und der Nervenfaserhülle, *c c'*.

Fig. 48. Isolirte Nervenprimitivfaser der weissen Vorderstränge des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

An dieser Faser ist zwar kein Axencylinder deutlich, im Uebrigen aber verhält sich die unterbrochene Doppelcontour, die ungleiche Dicke der Nervenprimitivfaser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs, wie bei höheren Thierklassen.

Fig. 49. Längsabschnitt aus den vorderen Spinal-Nervenwurzeln des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

In den 4 parallel neben einander verlaufenden Nervenprimitivfasern ist der Axencylinder zwar nicht deutlich zu erkennen, auch sind die einzelnen Elementarröhrchen des Nervenmarks auf den ersten Blick nicht so deutlich. Bei genauer Untersuchung aber erkennt man solche dennoch mit genügender Evidenz.

Fig. 50. Längsabschnitt aus den weissen Vordersträngen des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Die Längsfasern, welche dies feine Segment zusammensetzen, liegen etwas verworren durcheinander (nicht so parallel wie in den vordern Nervenwurzeln), und es ist nicht leicht, auf den ersten Blick die Grenzen jeder einzelnen zu finden. Bei genauerer Untersuchung aber unterscheidet man die Elementarröhrchen des Nervenmarks, der Hülle etc. genügend deutlich, und findet somit eine Uebereinstimmung im Bau dieser Nervenfasern mit denen höherer Thierklassen.

Fig. 51. Längsabschnitt aus den weissen Seitensträngen des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Die einzelnen Nervenfasern liegen auch hier nicht so parallel neben einander wie in den Nervenwurzeln, und man unterscheidet nur kurze Strecken derselben in Continuität, jedoch erkennt man bei aufmerksamer Untersuchung die Uebereinstimmung ihres feineren Baues mit denen der Vorderstränge etc.

Erklärung der fünfundzwanzigsten Tafel.

Diese Tafel ist hauptsächlich dazu bestimmt, die im zweiten Abschnitt des 1. Capitels des 4. Buches, pag. 776—834, sowie die in den verschiedenen Abschnitten des 2. Capitels des genannten Buches über die Nervenzellen des Rückenmarks mitgetheilten Thatsachen zu erläutern. Diese Tafel soll also vorzugsweise die Lehre vom feinsten Bau der Nervenzelle illustriren, wie auch einige mehr morphologische Verhältnisse derselben näher darlegen helfen.

Fig. 1. Nervenzelle aus dem Ganglion Nervi Trigemini des Zitterrochens, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle erscheint als sog. bipolare und giebt, bei *f*, *f'*, nach jeder Seite hin eine Nervenprimitivfaser ab. An der nach der Peripherie zu laufenden Nervenfaser, *f*, unterscheidet man mit Leichtigkeit die Hülle, *a'*, und das Nervenmark, *b'*. Ein Axencylinder ist nicht deutlich gesondert zu erkennen. Man sieht, wie an der Uebergangsstelle dieser Nervenprimitivfaser in die Nervenzelle, bei *g*, die einzelnen Elementarröhrchen des Nervenmarks sich fächerförmig ausbreiten, bei *, und mit den Elementarröhrchen der Nervenzelle in ununterbrochener Verbindung stehen. Dicht oberhalb der Uebergangsstelle der Nervenprimitivfaser in die Nervenzelle, oberhalb *g*, erscheinen bogenförmige Querfasern, welche die eben bezeichneten Elementarröhrchen in rechten oder schiefen Winkeln kreuzen. Diese anscheinenden Querfasern sind nichts anders, als der optische Ausdruck einer Falte der Nervenzellen-Hülle, *a''*. Im Uebrigen verhält sich diese Nervenzelle ganz so wie die Nervenzellen im Allgemeinen. Die Hülle derselben, *a*, die Verbindungstheile der Nervenzellenhülle, *b*, mit dem Nervenzellen-Parenchym, *c*, der Nucleus, *d*, der Nucleolus, *e*, zeigen sich auch bei dieser Zelle, wie alsbald genauer bei den im Folgenden zu beschreibenden Zellen angegeben werden soll.

Hierbei bemerke ich, dass folgende Bezeichnungen bei allen Zellen dieser Tafel die folgenden Theile bedeuten:

a. Die Nervenzellenhülle.

b. Elementarröhrchen zur Verbindung der Nervenzellen-Hülle mit dem Nervenzellen-Parenchym.

c. Nervenzellen-Parenchym.

d. Nucleus der Nervenzelle.

e. Nucleolus der Nervenzelle.

e'. Centrale Schicht des Nucleolus (roth).

e''. Mittlere Schicht des Nucleolus (blau).

e'''. Aeussere Schicht des Nucleolus (gelb).

f, *f*. Fortsätze der Nervenzelle.

Fig. 2. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäure-Carmin-Präparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle zeigt 3 Fortsätze, *f*, *f'*, *f''*, in deren jedem man einzelne Elementarröhrchen, bei *g*, *g'* z. B., als dunklere oder hellere Streifen gewahrt, welche sich sämmtlich bei ihrem Eintritt in die Nervenzelle fächerförmig ausbreiten, bei * *, und mit den Elementarröhrchen des Nervenzellen-Parenchyms in Verbindung stehen. Die Hülle der Nervenzelle, *a*, steht mit dem Parenchym der Nervenzelle, *c*, durch Elementarröhrchen, *b*, in Verbindung. Der Nucleus, *d*, zeigt seine unterbrochene Doppelcontour. Der Nucleolus, *e*, lässt evident die drei (verschieden gefärbte) Schichten erkennen, aus denen seine Masse zusammengesetzt ist, nämlich die centrale (rothe) Schicht, *e'*, die mittlere (blaue) Schicht, *e''*, und die äussere (gelbe) Schicht, *e'''*. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle werden durch die betreffenden Buchstaben bezeichnet, wie in Fig. 1.

Fig. 3. Nervenzelle aus dem electrischen Hirnlappen des Zitterrochens, am Rande eines feinen Abschnitts erscheinend. Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle zeigt, bei *f*, *f'*, eine von ihr ausgehende Nervenprimitivfaser. Das Fragment einer andern Nervenprimitivfaser, *g*, welche von einer andern Nervenzelle entsprang, liegt neben der ersteren, fast parallel mit ihr verlaufend. In dieser und anderer Weise sieht man, an feinen Abschnitten aus dem electrischen Hirnlappen des Zitterrochens, eine bis vier und mehr Nervenfasern entspringen. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle, wie das Nervenzellen-Parenchym, *c*, dessen einzelne Elementarröhrchen bei * sichtbar sind, der Nucleus, *d*, mit der unterbrochenen Doppelcontour, ferner der Nucleolus, *e*, mit den verschiedenen (farbigen) Schichten, verhalten sich wie in Fig. 2.

Fig. 4. Zwei Nervenzellen aus dem electrischen Hirnlappen des Zitterrochens. Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzellen sind vom Rande eines feinen Abschnitts und hier isolirt. Einzelne Elementarröhrchen der Nervenzellen-Hülle sieht man bei *a'* und an andern Stellen. Eine jede dieser Nervenzellen sendet einen grossen Fortsatz, *f*, *f*, aus, welcher nichts Anderes ist, als der Anfang einer Nervenprimitivfaser. Zwei Nervenprimitivfasern, *gg'*, *g*+ *g**, verlaufen neben dem rechten Seitenrande der zu unterst liegenden Nervenzelle; sie entspringen von benachbarten Nervenzellen. Ihre Identität mit den Nervenzellenfortsätzen, *f*, *f*, ist auffallend genug. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle verhalten sich wie in Fig. 3. Daher eine genauere Beschreibung überflüssig ist.

Fig. 5. Nervenzelle aus dem Rückenmark des Petromyzon fluviatilis, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle ist vorzugsweise deshalb dargestellt, um an ihr die organische Verbindung der Nervenzellenhülle mit dem Nervenzellenparenchym durch zahlreiche Elementarröhrchen nachzuweisen. Die Nervenzelle bildet den Theil eines feinen Längsabschnitts am Rande desselben. Die Nervenzellenhülle *a*, *a*, *a*, *a* sendet an sehr vielen Stellen Elementarröhrchen aus, welche in das Nervenzellen-Parenchym eintreten, resp. mit denen des Nervenzellen-Parenchyms anastomosiren, und demnach die Verbindungsröhrchen der Nervenzellen-Hülle und des Nervenzellen-Parenchyms *b*, *b*, *b*, *b* constituiren. Das Nervenzellen-Parenchym, *c*, selbst, zeigt seine unterbrochene Doppelcontour an vielen

Stellen; die Unterbrechung entsteht durch die aus dem Rande des Nervenzellen-Parenchyms nach der Nervenzellenhülle hin ausstrahlenden Elementarröhrchen. Der Nucleus, *d*, der Nucleolus, *e*, verhalten sich wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 6. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn des Rückenmarks des Petromyzon fluviatilis, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle ist hier deshalb dargestellt, um die Ausläufer des Nucleolus, deren einer sich hier, bei *k k'*, durch den Nucleus und den grössten Theil des Nervenzellen-Parenchyms hindurch in einer fast geraden Linie, radienartig, nach unten hin erstreckt, zu zeigen. In dieser Weise findet man die Ausläufer der Nucleoli in nicht zu seltenen Fällen. Eine ähnliche Nervenzelle ist von mir früher in meiner Schrift über Nervenprimitivfaser und Nervenzelle (1856), Tafel 1, dargestellt worden. Ebendaselbst findet man auch eine Nervenzelle mit einem grossen, von dem Nucleus ausgehenden Ausläufer. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle erklären sich durch die Bezeichnungen derselben, welche mit denen der vorhergehenden Figuren gleichbedeutend sind.

Fig. 7. Nervenzellen aus dem grauen Vorderhorn des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Diese beiden Nervenzellen sind mit einander durch einen ungetheilten dicken Fortsatz, *f**, *f***, verbunden, und geben also ein Bild der Nervenzellen-Anastomose. Die übrigen Theile dieser beiden Nervenzellen erklären sich durch die ihnen beigesetzten Buchstaben.

Fig. 8. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn des Rückenmarks von Petromyzon fluviatilis, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle ist hier einestheils dargestellt worden, um zu zeigen, dass auch die sog. Spindelzellen im grauen Vorderhorn des Petromyzon eben so colossale Dimensionen nicht selten darbieten, wie die zu beiden Seiten des Centralcanals gelegenen sog. bipolaren Nervenzellen, anderntheils aber auch deshalb, um darzulegen, dass die Nervenzellen im grauen Vorderhorn des Petromyzon eine grosse Anzahl von dicken Fortsätzen in einer einzigen Horizontalebene aussenden, eine Anzahl, welche grösser ist, als die Bidder'sche Schule annimmt, welche einer jeden Nervenzelle nicht mehr als 5 Fortsätze zutheilt. Bei *a*, *a*, *a* erscheint die Nervenzellen-Hülle. Die Verbindungsröhrchen der Nervenzellen-Hülle und des Nervenzellen-Parenchyms, *b*, *b*, das Nervenzellen-Parenchym, *c*, mit seiner vielfach unterbrochenen Doppelcontour, erscheinen im Ganzen wie in Fig. 5. Der Nucleus, *d*, mit der gleichfalls unterbrochenen Doppelcontour ist hier hervorstechend. Der Nucleolus, *e*, mit seinen drei verschiedenen Schichten, welche hier nicht näher bezeichnet sind, verhalten sich ebenfalls wie in Fig. 2—6, sind hier aber ganz besonders deutlich. Die Nervenzellen-Fortsätze erscheinen hier in verschiedener Zahl und Richtung; ein Fortsatz, *f*, ist nach innen gerichtet, ein zweiter Fortsatz, *f'*, ist nach aussen gerichtet, ein dritter, vierter und fünfter Fortsatz, *f'''*, *f'''*, *f+*, sind nach hinten gerichtet. Ein sechster, siebenter und achter Fortsatz endlich, *f++*, *f**, *f***, sind nach vorn gerichtet.

Fig. 9. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn (Lendenanschwellung) des Menschen-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle ist aus dem Grunde dargestellt worden, weil sie acht dicke Fortsätze, in einer einzigen Horizontalebene aus sich in unzweideutiger Weise entsendet, daher auch für das Menschen-Rückenmark den Satz begründet, dass die Anzahl der Nervenzellen-Fortsätze nicht auf fünf beschränkt sein kann, wie Bidder und seine Schüler behaupten. Auch die Richtung dieser Nervenzellen-Fortsätze steht in thatsächlichem Widerspruch mit dem, was Bidder und seine Schüler in Bezug hierauf angegeben haben. Ein erster, zweiter und dritter Nervenzellen-Fortsatz, *f*, *f'*, *f''*, sind fast gerade nach hinten gerichtet, ein vierter, fünfter und sechster Nervenzellen-Fortsatz, *f+*, *f++*, *f**, sind fast gerade nach vorn gerichtet, ein siebenter Fortsatz, f^0, ist nach innen gerichtet, ein achter Fortsatz endlich, f^{00}, ist nach aussen gegen die Seitenstränge hin gerichtet. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle erklären sich durch die betreffenden Bezeichnungen, die dieselben Theile bedeuten wie in Fig. 2 etc.

Fig. 10. Bipolare Nervenzelle aus dem Rückenmark des Petromyzon fluviatilis, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Diese Nervenzelle zeigt nicht blos den Ursprung zweier Nervenprimitivfasern aus derselben, sondern

legt auch die eine wichtige Thatsache dar, dass der Axencylinder einer Nervenprimitivfaser an verschiedenen Stellen seines Verlaufes von ungleicher Dicke ist. So sieht man an der Nervenprimitivfaser *f*, *f** den Axencylinder bei *f** kaum $^1/_4$ so dick, als bei *f*, nahe unter dem Abgangspunkt von der Zelle. Doch ist dieses Verhältniss nicht stets so zu finden. Die aus der Nervenzelle abgehenden Fasern verlaufen in viel häufigeren Fällen durch weit längere Strecken, bevor die Dimensionen ihrer Axencylinder sich so auffallend mindern, wie in vorliegender Figur dargestellt ist. Ausserdem sieht man, wie die Nervenzellen-Hülle, *a*, sich unmittelbar in die Hülle, resp. das Mark der von ihr abgehenden Nervenprimitivfaser, bei *, fortsetzt. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle erklären sich durch die beigesetzten Bezeichnungen, welche dieselben Theile bedeuten, wie in Fig. 2 etc.

Fig. 11. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man sieht an dieser Nervenzelle drei Fortsätze, *f*, *f'*, *f''*, welche nach hinten, drei andere Fortsätze, *f*†, *f*††, *f**, welche nach vorn gerichtet sind. Diese Nervenzelle beweist demnach auch für das Kalbs-Rückenmark, was oben, bei Fig. 8 und 9, vom Fisch- und Menschen-Rückenmark behauptet worden ist. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle erklären sich durch deren Bezeichnungen (s. Fig. 2). Die Fortsätze *f*, *f'* könnten auch als Bifurcation eines einzigen Fortsatzes angesehen werden.

Fig. 12. Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorn des Menschen-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

An dieser Nervenzelle sieht man wiederum ein Beispiel von Nervenzellen-Anastomose durch einen ungetheilten, dicken Fortsatz. Der Nervenzellen-Fortsatz, *f** *f***, schwillt anscheinend auffallend an, bei *e**, wo sich ein Nucleolus-artiger Körper zeigt. Diese Anschwellung ist nichts Anderes, als das Fragment einer durch den Schnitt mutilirten Nervenzelle, deren Fortsätze, *f'*, *f''*, nach unten verlaufen. Die übrigen Theile dieser Figur erklären sich durch ihre Bezeichnung (s. Fig. 2).

Fig. 13. Nervenzelle aus dem Lobus electricus cerebri des Zitterrochens, Chromsäure-Carminpräparat, 1100fach linear vergrössert.

Der Fortsatz dieser Nervenzelle, *f*, *f'*, bildet den Anfang einer Nervenprimitivfaser, wie auch in Fig. 3 und 4 bereits dargestellt. Bei *f''*, *f'''* erscheinen zwei Nervenprimitivfasern, welche aus einer benachbarten Nervenzelle entsprangen, grossentheils parallel mit *f'*, *f*, verlaufend. Die Identität dieser drei Fasern lässt sich nicht wohl verkennen. Die übrigen Theile dieser Nervenzelle erklären sich aus den Bezeichnungen, welche dieselben Theile bedeuten, wie in Fig. 2, 3 etc.

Fig. 14—19. Diese Figuren sind aus dem Grunde dargestellt worden, um die Uebereinstimmung der grossen Nervenzellen im grauen Vorderhorn aller Thierklassen darzuthun.

Fig. 14. Feines Segment aus dem grauen Vorderhorn des Menschen-Rückenmarks, Brustanschwellung, Chromsäure-Carmin-Präparat, 550fach linear vergrössert. Man sieht hier drei grosse multipolare Nervenzellen in einer aus feinen Fasern (Elementarröhrchen, Ausläufern von Nervenzellen, etc.) bestehenden Masse, gleich einem Stroma oder Mutterlager liegend. An einer jeden dieser drei Nervenzellen erkennt man die Nervenzellen-Hülle, *a*, die Verbindungsröhrchen der Nervenzellen-Hülle mit dem Nervenzellen-Parenchym, *b*, fernerhin das Nervenzellen-Parenchym, *c*, den Nucleus, *d*, den Nucleolus, *e*, und die Nervenzellen-Fortsätze, *f*, *f'*, *f''*, *f'''*.

Fig. 15. Feines Segment aus den grauen Vorderhörnern des Kalbs-Rückenmarks (Lendenanschwellung), Chromsäure-Carmin-Präparat, 550fach linear vergrössert.

In diesem feinen Segment erscheinen vier grosse sog. multipolare Nervenzellen; an jeder derselben erkennt man die nämlichen Theile, wie in Fig. 14.

Fig. 16. Feines Segment aus den grauen Vorderhörnern der Sacralanschwellung des Puter-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erkennt in diesem Segment 3 multipolare Nervenzellen. Mit Ausnahme der Nervenzellen-Hülle erkennt man an jeder dieser Nervenzellen alle wesentlichen Bestandtheile eben so wie an Fig. 14 u. 15. Die Bezeichnungen machen jede genauere Erklärung überflüssig.

Fig. 17. Feines Segment aus den grauen Vorderhörnern des Cervicaltheils des Squalus-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erkennt in diesem feinen Segment eine grosse multipolare, eine kleinere, anscheinend bipolare, Nervenzelle und Fragmente mehrerer anderer (mutilirter) grosser Nervenzellen. An den beiden mit Bezeichnungen versehenen Nervenzellen erkennt man alle wesentlichen Theile, eben so wie in Fig. 14—16. Die bezeichnenden Buchstaben machen eine genauere Erklärung überflüssig.

Fig. 18. Feines Segment aus den grauen Vorderhörnern des Rückenmarks von Petromyzon fluviatilis, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erkennt in diesem Segmente zwei grosse multipolare Nervenzellen und eine kleinere (letztere ohne Bezeichnung). An einer jeden dieser Nervenzellen sieht man alle wesentlichen Theile eben so wie an den Nervenzellen in Fig. 14—17. Die grosse Nervenzelle rechts zeichnet sich durch ihre zahlreichen Fortsätze, *f*, *f'*, *f''*, *f*†, (mindestens 6) in einer Horizontalebene aus. Ausserdem erscheint in dem Nucleus, *d*, dieser Nervenzelle der Nucleolus, *e*, nicht blos excentrisch, sondern fast ganz an der Peripherie des Nucleus liegend, also weit mehr excentrisch, als in allen übrigen Nervenzellen dieser Tafel, z. B. Fig. 3, 4, 5, 10 etc.

Fig. 19. Feines Segment aus den grauen Vorderhörnern (der Brustanschwellung) des Frosch-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man sieht in diesem Segmente eine kleinere und zwei grössere multipolare Nervenzellen; an jeder derselben erkennt man mehr oder weniger deutlich alle die wesentlichen Theile, wie an den Nervenzellen in Fig. 14—18. Die Bezeichnungen der einzelnen Nervenzellen machen jede weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 20—24. Diese Figuren sind dazu bestimmt, die Nervenzellen in den grauen Hinterhörnern der verschiedenen Thierklassen darzustellen, resp. die Identität jener Nervenzellen, resp. ihrer wesentlichen Bestandtheile, mit denen der Nervenzellen der grauen Vorderhörner nachzuweisen.

Fig. 20. Feines Segment aus den grauen Hinterhörnern des Menschen-Rückenmarks (Lendenanschwellung), Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man sieht in diesem feinen Segmente zwei grosse multipolare Nervenzellen. Dieselben unterscheiden sich in keiner wesentlichen Beziehung von den in Fig. 14 dargestellten. Die Bezeichnungen der einzelnen Theile machen jede weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 21. Feines Segment aus den grauen Hinterhörnern (Lendenanschwellung) des Kalbs-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erblickt zwei grosse multipolare Nervenzellen in diesem Segmente, welche in allen wesentlichen Beziehungen mit den in Fig. 15 dargestellten übereinstimmen. Die Bezeichnungen der einzelnen Theile machen auch hier jede weitere Erklärung überflüssig.

Fig. 22. Feines Segment aus den grauen Hinterhörnern des Puter-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man sieht hier drei sog. multipolare Nervenzellen (die oberste ist ohne Bezeichnung gelassen), welche in allen wesentlichen Beziehungen mit den in Fig. 16 dargestellten übereinstimmen. Die Bezeichnungen überheben mich jeder weiteren Erklärung.

Fig. 23. Feines Segment aus den grauen Hinterhörnern des Cervicaltheils des Squalus-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erblickt hier vier grössere und die Fragmente von mehreren kleineren Nervenzellen, deren (am Präparat rothgefärbte) Kerne besonders hervorstechen. Nur die unterste Nervenzelle links ist bezeichnet. Man erkennt an ihr das helle Nervenzellen-Parenchym, *c*, den auffallend dunklen Nucleus, *d*, in dessen Mitte der Nucleolus als ein sehr feines Pünktchen wegen der relativ schwachen Vergrösserung erscheint; ferner erkennt man einen ebenfalls hellen Nervenzellen-Fortsatz, *f*.

Fig. 24. Feines Segment aus den grauen Hinterhörnern (der Brustanschwellung) des Frosch-Rückenmarks, Chromsäure-Carminpräparat, 550fach linear vergrössert.

Man erkennt in diesem feinen Segmente 6 Nervenzellen, wovon ich nur 5 bezeichnet habe. An jeder dieser Nervenzellen erkennt man mehr oder weniger deutlich das helle Nervenzellen-Parenchym, *c*, (in der untersten Zelle rechts ist dies Parenchym jedoch dunkel); ferner den gefärbten Nucleus, *d* (Bidder's Bindegewebskörper), welcher in der obersten Zelle rechts einen auffallenden Fortsatz, *f**, zeigt; in jedem Nucleus sieht man mehr oder minder deutlich den Nucleolus, *e*.

Erklärung der sechsundzwanzigsten Tafel.

Die auf dieser Tafel gegebene grosse bildliche Darstellung zeigt einen senkrecht fallenden Querdurchschnitt durch die Mitte des Lobus electricus cerebri und die Wurzel des Nervus Vagus des Zitterrochens, resp. ein von den so entstandenen Durchschnittsflächen genommenes feines Segment, 50fach linear vergrössert (vergl. oben p. 968, 969). Die kleine Figur, welche oberhalb der grossen steht, bei *, zeigt das eben erwähnte Segment in natürlicher Grösse, wie solches gegen das Licht gehalten mit blossem Auge betrachtet erscheint. Die folgende Beschreibung bezieht sich nur auf die grosse Figur.

Bei *AA'* ist die vordere (untere) Fläche dieses Gehirntheils (den Fisch in natürlicher Lage auf dem Bauche liegend gedacht), bei *BB'B''* sieht man die Gränze der freien Oberfläche des Lobus electricus cerebri, resp. die seitliche und hintere (obere) Gränzlinie des Lob. electr.; bei *C* ist die Austrittsstelle der Wurzel des Nervus Trigeminus, resp. die Insertionsstelle dieser Nervenwurzel in den Hirnstamm. Die vordere (untere) Gränze des Lobus electricus (welche aber nur eine imaginäre ist, da sie mit dem Hirnstamm innig durch zahllose Nervenprimitivfasern zusammenhängt), ist bei *D D' D'' D**. Die innere freie Gränze des Lobus electricus zeigt sich, bei *EE'*, gleichfalls als eine scharf begränzte freie Oberfläche. Durch diese entsprechenden Oberflächen jeder Seitenhälfte, welche einen mehr oder weniger breiten Spalt zwischen sich lassen, erscheint der Lob. electr. in 2 symmetrische Seitenhälften getheilt, die zwar grösstentheils, aber nicht absolut, ohne Communication mit einander sind, wie alsbald gezeigt werden wird. Die beiden Seitenhälften dieses ganzen Gehirntheils, in dessen hinteren und vorderen Schichten, hängen nämlich in folgender Weise zusammen, resp. bilden mit einander die innigste Verbindung durch eine unzählige Menge von Nervenprimitivfasern. Bei *a*, in der Mitte der vorderen Fläche, sieht man eine helle Stelle, welche durch die vordere Hälfte des Abschnitts hindurch bis fast in dessen Centrum sich erstreckt, *a' a'' a**; dieses ist die Verbindungsstelle der beiden vorderen Seitenhälften dieses Hirntheils, ganz analog der Rhaphe in dem Pons Varolii des Menschen und der höheren Wirbelthiere. In dieser Rhaphe sieht man zahllose Nervenprimitivfasern in dünneren oder dickeren Bündeln, theils quer aus der rechten Seitenhälfte in die linke, oder umgekehrt, theils in den verschiedensten schrägen Richtungen, theils von hinten nach vorn oder umgekehrt, durch kürzere oder längere Strecken (in dem Segment meist nur sehr kurz erscheinend wegen des gewundenen Laufs) verlaufend und die mannichfaltigsten Communicationen beider Seitenhälften mit einander erzeugend. Während nun die electrischen Gehirnlappen, bei *b c*, durch die hintere Längsspalte, welche der Fissura longitudinalis posterior des Rückenmarks analog angesehen werden könnte, von einander getrennt sind, sieht man zwischen dem Grunde dieser Längsspalte *(b)* und den hintersten Parthieen der Rhaphe einen ovalen Canal, der Centralcanal, *d*, welcher eine unmittelbare Fortsetzung des Centralcanals im Rückenmark des Zitterrochens ist, der an dieser Stelle als Analogon des Aquaeductus Sylvii, resp. der 4. Hirnhöhle bezeichnet werden könnte. Dieser Canal ist mit einem deutlichen Epithelium ausgekleidet (in der Zeichnung nur durch eine dunkle Linie angegeben, weil die einzelnen Epithelialzellen bei dieser schwachen Vergrösserung nicht deutlich erscheinen); die Umgebung dieses Canals ist von einer hellen Masse, der Substantia gelatinosa centralis, umgeben, deren Flächeninhalt aber nicht bedeutend ist, daher sie auch in der Abbildung nicht auffallend hervortritt, und nicht besonders von mir bezeichnet worden ist. Vor und hinter diesem Centralcanal sieht man einen evidenten Uebergang von Nervenprimitivfasern in dickeren oder dünneren Bündeln, welche sich in schiefen Winkeln kreuzen, aus einer Seitenhälfte in die andere, und dergestalt erscheint hier, bei *e*, eine Spur der Commissura posterior (nicht sehr deutlich in der Abbildung), so wie eine weit auffallendere Kreuzung von Faserbündeln, welche die Commissura anterior, *f*, resp. deren Analogon bilden. Diese Commissurenfasern sind in mittelbarem oder unmittelbarem Zusammenhange mit den in diesen Hirntheil eintretenden Nervenwurzeln (Vagus, Trigeminus), resp. Fortsetzungen dieser Nervenwurzeln selbst. Während nämlich die Masse des eigentlichen Hirnstamms, *FF'*, *GG'*, oder die Fortsetzung der vom Rückenmark aufsteigenden Fasermassen, — welche man theils als Fortsetzungen der weissen Vorderstränge des Rückenmarks, *FF'*, theils als Fortsetzungen der weissen Seiten- und Hinterstränge des Rückenmarks, *G G'*, deuten muss, — aus zierlich verwebten Bündeln von Längsfasern (hier als dunkelschwarze, rundliche oder

unregelmässige, polygonale u. s. w. Figuren erscheinend, welches die Querschnittsflächen der betreffenden Längsfaserbündel sind, z. B. bei *g*, *g*, *g*, *g*) und den zwischen ihnen hinziehenden Bündeln von querlaufenden Fasern bestehen, die oft lange Strecken in Continuität erscheinen, und von einer Seitenhälfte meist bogenförmig gegen die andere hin, d. h. zu der Rhaphe strahlen, *h*, *h*, *h' h'*, oder in der Richtung von hinten nach vorn (oder vice versa) verlaufen, *i*, *i*, und sich sowohl mit den Längsfasern, so wie mit der erstbezeichneten Categorie von Querfasern *(h, h')* kreuzen) — bieten die centralen Bahnen der Nervi Trigemini (und Vagi) ein eigenthümliches Verhalten. Die Nervenwurzel des Trigeminus, *C*, tritt nämlich in jeder Seitenhälfte unter einem stumpfen Winkel in der Richtung von unten und aussen nach oben und innen in den Hirnstamm ein, und durchsetzt die seitlichen Bündel der Längs- und Querfasern des Hirnstamms in fast gerader Linie, *C C' C**; während dieses Laufs wird diese Nervenwurzel selbst wieder von vielen querlaufenden Fasern des Hirnstamms, die mit den Fibrae arciformes der Medulla oblongata des Menschen und der höheren Wirbelthiere, oder mit den bogenförmigen, querlaufenden Fasern des Pons Varolii in Analogie zu setzen sind, z. B. bei *k*, *k*, *k*, gekreuzt (Fortsetzungen der sub *h*, *h*, *h* bezeichneten Fasern, die zur Rhaphe gehen). An der vorderen Fläche des Lobus electricus angelangt (zwischen *D'* und *D''*) bietet der Stamm der Nervenwurzel eine fächerförmige Ausbreitung, *C* C**, dar, und seine Faserbündel strahlen, wie die Aeste eines Baumes, in den verschiedensten Richtungen und sich vielfach kreuzend, auseinander, und verlaufen durch die ganze Masse des Lobus electricus cerebri zu den einzelnen Nervenzellen, in welche sie sich inseriren, resp. aus denen sie entspringen. So verfolgt man einen Theil der Faserausbreitungen gerade nach hinten, von *C** nach *l l' l**, oft bis ganz dicht zur hinteren Oberfläche des Lobus electricus; andere Faserausbreitungen nach aussen, *m*, *m'*, *m**, verfolgt man bis nahe zur seitlichen Oberfläche des genannten Hirnlappens; noch andere Faserausbreitungen nach innen, *n*, *n'*, *n''*, *n**, verfolgt man theils bis nahe zu den verschiedenen Punkten des freien inneren Seitenrandes, *E E'*, eines jeden dieser beiden Gehirnlappen; einige dieser letztgenannten aber biegen, in der Nähe des Centralcanals angelangt, bei *n**, vor und hinter diesem aus einer Seitenhälfte in die entgegengesetzte über, und bilden zum Theil die oben bezeichneten Commissuren (vordere und hintere). Die ganze Masse des Lobus electricus cerebri erscheint somit aus zweierlei Elementen zusammengesetzt: 1) aus colossalen Nervenzellen, welche man an feinen, gegen das Licht gehaltenen, Segmenten selbst mit unbewaffneten Augen, ganz deutlich aber mit einer Lupe, als feine helle Punkte gewahren kann, und die hier im Bilde bei 50facher Linearvergrösserung gleich einem Haufen von Linsen oder Erbsen erscheinen; 2) aus dickeren oder dünneren Bündeln von Nervenprimitivfasern, welche gleichfalls mit unbewaffnetem Auge an guten Segmenten auf das Schönste gesehen werden können, und die von den verschiedensten Punkten des Lobus electricus herkommend, d. h. von den verschiedenen Nervenzellen desselben entspringend, endlich an der vorderen Fläche desselben sich zu einem dicken Stamme vereinigen, welcher als Radix nervi Trigemini nach aussen geht, und in bekannter Weise peripherisch verläuft. Wie die einzelnen Nervenprimitivfasern sich zu den einzelnen Nervenzellen verhalten, das ist oben, p. 968, auseinandergesetzt worden. Bei *H* sieht man ein Bündel schräg durchschnittener Fasern, welches einer in höheren oder niedrigeren Schichten dieses Hirntheils austretenden Wurzel des N. Trigeminus (resp. Vagus) angehört. Bei I erscheint ein Bündel von sehr verworrenen Fasern, welches die Anfänge der bogenförmig und querlaufenden Fasern sind, die oben (sub *g g*, *h h*) bezeichnet wurden, und die die Längsfaserbündel, welche vom Rückenmark aufsteigen, durchkreuzen. Dass diese Fibrae arciformes sämmtlich aus Nervenzellen des Lobus electricus entspringen, ist mir sehr wahrscheinlich.

Erklärung der siebenundzwanzigsten Tafel.

Die auf dieser Tafel enthaltene Abbildung stellt einen Querabschnitt aus der oberen Hälfte der Sacralanschwellung des Puter-Rückenmarks, dicht oberhalb des Anfangs des Sinus rhomboidalis genommen, 50fach linear vergrössert, dar. Ich beabsichtige durch vorliegende Abbildung die allgemeine Uebereinstimmung der Texturverhältnisse des Vogel-Rückenmarks mit dem des Menschen und der Säugethiere darzuthun. Der erste Blick auf diese Tafel und ein Vergleich mit Taf. I oder irgend einer

anderen Figur der 2. bis 10. Tafel ist gewissermaassen schon genügend, um die erwähnte Uebereinstimmung in vollster Weise darzulegen. Die Bezeichnung dieser Tafel ist ganz übereinstimmend mit derjenigen der auf Taf. II bis X enthaltenen Figuren; daher alle die Buchstaben und Zahlen, welche in dieser Figur vorkommen, die nämlichen Theile bezeichnen, welche durch die entsprechenden Zeichen der Figur auf Taf. II bis X hervorgehoben worden sind, wie dies oben p. XII und XIII (bei Fig. 2, der Tafel II) genau angegeben worden ist. Ich brauche mich daher hier nicht in eine wiederholte speciellere Erklärung der einzelnen Theile einzulassen, und verweise den Leser dieserhalb auf p. XII.

Es existiren in diesem Rückenmark, wie in dem des Menschen und der Säugethiere, die beiden Längsspalten (vordere, *a b*, und hintere, *d e*), der Centralcanal, *c*, die Substantia gelatinosa centralis, *f*, die verschiedenen weissen Stränge (Vorderstränge, *l l*, Seitenstränge, *m m*, Hinterstränge, *n n*), die verschiedenen grauen Hörner (Vorderhorn, *o o*, Hinterhorn, *p p*), die gelatinöse Substanz, *q q*) u. s. w., u. s. w. Die vordere innere Gruppe grosser Nervenzellen, 1, des grauen Vorderhorns ist hier wenig entwickelt, zeigt nur wenige Zellen als Repräsentanten; dagegen ist die äussere oder hintere Gruppe grosser Nervenzellen des grauen Vorderhorns, 2, durch zahlreiche grosse Nervenzellen vertreten. Das graue Vorderhorn zeigt sich hier auffallend entwickelt, sein Flächeninhalt nimmt wohl mehr als $^3/_4$ der ganzen grauen Substanz des Rückenmarks in dieser Provinz ein. Vereinzelte Nervenzellen des grauen Vorderhorns, ausser den genannten beiden Gruppen, kommen an verschiedenen Stellen, bei 1*, vor. Eine isolirte Nervenzelle in dem weissen Vorderstrang erscheint bei *r**, und zwei ihrer nach vorn gerichteten Ausläufer gehen in centrale Bahnen vorderer Nervenwurzeln, *r r*, über. In dem grauen Hinterhorn, *p p*, jeder Seitenhälfte finden sich die Dorsalkerne, 10, durch mehr oder weniger zahlreiche grosse Nervenzellen repräsentirt. Vereinzelte grosse Nervenzellen der grauen Hinterhörner, ausserhalb der Dorsalkerne, erscheinen an verschiedenen mehr nach hinten gelegenen Stellen, z. B. bei * und †. Die vordere Commissur, *g*, zeichnet sich durch eine bedeutende Zahl sich kreuzender breiter Nervenprimitivfasern aus. Die hintere Commissur, *k*, zeigt weniger auffallende Faserbündel in Continuität, als die vordere, jedoch eine grosse Menge von schräg durchschnittenen Fragmenten von dünneren und dickeren Faserbündeln, resp. mehr vereinzelten Fasern, die in nur kurzer Continuität sich verfolgen lassen, daher hier nur das Bild einer verworrenen Masse von Faserfragmenten, kleinsten Nervenzellen, Blutgefässen, Pia-mater-Fortsätzen darbieten. Die übrigen Verhältnisse dieses Rückenmarks-Abschnitts, z. B. der centrale Lauf der vorderen (*r*, *r*, *r*) und hinteren (*w*, *w*, *w*) Nervenwurzeln weichen zu wenig oder gar nicht von den entsprechenden Verhältnissen im Menschen- und Säugethier-Rückenmark ab, als dass es nöthig wäre, eine noch genauere Beschreibung derselben hier mitzutheilen.

Erklärung der achtundzwanzigsten Tafel.

Diese Tafel ist vorzugsweise dazu bestimmt, die gröberen morphologischen Verhältnisse des Menschen- und Säugethier-Rückenmarks, wie solche an den Querdurchschnittsflächen dieses Organes in seinen verschiedenen Höhen dem unbewaffneten Auge erscheinen, darzulegen. Man sieht daher die Formverhältnisse der weissen und grauen Substanz in den verschiedenen Nervengebieten dieses Organs, so wie die Form des letzteren selbst, möglichst genau. Um Irrthümer zu vermeiden, wurden die hierzu gebrauchten Rückenmarke sämmtlich mit aller Vorsicht in Chromsäure gehärtet, alsdann aus einem jeden Gebiete des Rückenmarks, welches einem Spinal-Nervenpaare den Ursprung giebt, ein feiner Querabschnitt genommen, und zwar an genau bestimmter Stelle, nämlich an der Austrittsstelle der untersten Wurzelfibrille je eines betreffenden Nervenpaars. Das Ansehen eines jeden solchen Querabschnitts, wie derselbe bei durchfallendem Lichte erscheint, wurde in der betreffenden Zeichnung wiederzugeben versucht. Die sämmtlichen Figuren sind so gestellt, dass die vordere Fläche, resp. der vordere Rand des Rückenmarks-Segments nach unten, die hintere Fläche, resp. der hintere Rand des Rückenmarks-Segments nach hinten gerichtet ist. Man sieht fast an sämmtlichen Figuren die vordere und hintere Längsspalte, bei vielen den Centralcanal, die vordere Commissur, vordere und hintere centrale Nervenbahnen etc. Eine Vergleichung mit den vergrösserten Abbildungen der Tafel I — XI überhebt mich jeder genaueren Erklärung. Nur wenige Bilder dieser Tafel (Fig. 36 — 40) beziehen sich auf das Petromyzon-Rückenmark.

Fig. 1—31. **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines 25jährigen Mannes.**

Fig. 1. Querabschnitt aus dem ersten Hals-Nervengebiete, unterste Schicht, resp. feines Segment aus demjenigen Theil des Rückenmarks, aus welchem die unterste Wurzelfibrille des ersten Hals-Nervenpaars austritt.

Fig. 2. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 2. Halsnervengebiets. Man sieht die beiden Centralvenen neben dem Centralcanal mit blossem Auge.

Fig. 3. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 3. Halsnervengebiets.

Fig. 4. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 4. Halsnervengebiets. Auffallende Vergrösserung und eigenthümliche Form der grauen Vorderhörner, in Vergleich zu den früher bezeichneten Figuren.

Fig. 5. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 5. Halsnervengebiets. Noch bedeutendere Vergrösserung des Flächeninhalts der grauen Vorderhörner; deutliche centrale vordere Nervenbahnen.

Fig. 6. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 6. Halsnervengebiets. Centrale hintere wie vordere Nervenbahnen ziemlich auffallend. Centralvene in der linken Seitenhälfte.

Fig. 7. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 7. Halsnervengebiets. Form der grauen Vorderhörner, Ausstrahlungen von Fasern aus den Vorderhörnern in die weissen Vorder- und Seitenstränge sehr auffallend, ebenso wie bei den früheren Figuren.

Fig. 8. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 8. Halsnervengebiets.
" *9.* " 1. Dorsalnervengeb.
" *10.* " 2. "
" *11.* " 3. "
" *12.* " 4. "
" *13.* " 5. "
" *14.* " 6. "
" *15.* " 7. "
" *16.* " 8. "
" *17.* " 9. "
" *18.* " 10. "

Man sieht hier sehr auffallend die beiden Dorsalkerne, welche auch schon in der vorigen Figur sichtbar sind.

Fig. 19. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 11. Dorsalnervengebiets.

Fig. 20. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 12. Dorsalnervengebiets. Auch hier wie in dem vorhergehenden und dem nächstfolgenden Segment sind die Dorsalkerne als zwei kleine dunkle Punkte an der Basis der Hinterhörner sichtbar.

Fig. 21. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 1. Lumbarnervengeb.
" *22.* " 2. "
" *23.* " 3. "
" *24.* " 4. "
" *25.* " 5. "

In allen diesen Figuren erscheinen mehr oder weniger deutlich die centralen Nervenbahnen, die gelatinöse Substanz, die Nervenzellenhaufen in den Vorderhörnern etc.

Fig. 26. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 1. Sacralnervengebiets. Sehr deutliche Nervenzellengruppen in den Vorderhörnern, als dunkle isolirte Flecken erscheinend.

Fig. 27. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 2. Sacralnervengeb.
" *28.* " 3. "
" *29.* " 4. "
" *30.* " 5. "

Fig. 31. Querabschnitt aus den untersten Schichten des Coccygealnervengebiets.

Fig. 1'—31'. **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines 45jährigen Mannes.**

Fig. 1'.	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	1.	Halsnervengeb.
„ *2'.*	„	2.	„
„ *3'.*	„	3.	„
„ *4'.*	„	4.	„
„ *5'.*	„	5.	„
„ *6'.*	„	6.	„
„ *7'.*	„	7.	„
„ *8'.*	„	8.	„
„ *9'.*	„	1.	Dorsalnervengeb.
„ *10'.*	„	2.	„
„ *11'.*	„	3.	„
„ *12'.*	„	4.	„
„ *13'.*	„	5.	„
„ *14'.*	„	6.	„
„ *15'.*	„	7.	„
„ *16'.*	„	8.	„
„ *17'.*	„	9.	„
„ *18'.*	„	10.	„
„ *19'.*	„	11.	„
„ *20'.*	„	12.	„
„ *21'.*	„	1.	Lumbalnerveng.
„ *22'.*	„	2.	„
„ *23'.*	„	3.	„
„ *24'.*	„	4.	„
„ *25'.*	„	5.	„
„ *26'.*	„	1.	Sacralnervengeb.
„ *27'.*	„	2.	„
„ *28'.*	„	3.	„
„ *29'.*	„	4.	„
„ *30'.*	„	5.	„
„ *31'.*	„		Coccygealnerveng.

Nach allem bei Fig. 1—31 Gesagten bedarf es nicht einer genaueren Hinweisung auf die in den einzelnen Figuren dieser zweiten Reihe (1'—31') mit blossem Auge erkennbaren Einzelnheiten. Ich werde mich auch daher in der Erklärung der folgenden Figurenreihen bei diesen Einzelnheiten nicht weiter aufhalten.

Fig. 1''—31''. **Querabschnitte aus dem Rückenmark einer 25jährigen Frau.**

Fig. 1''.	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	1.	Halsnervengebiets.
„ *2''.*	„	2.	„
„ *3''.*	„	3.	„
„ *4''.*	„	4.	„
„ *5''.*	„	5.	„
„ *6''.*	„	6.	„
„ *7''.*	„	7.	„
„ *8''.*	„	8.	„
„ *9''.*	„	1.	Dorsalnervengeb.
„ *10''.*	„	2.	„
„ *11''.*	„	3.	„
„ *12''.*	„	4.	„
„ *13''.*	„	5.	„

Fig. 14''. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 6. Dorsalnervengeb.
„ *15''.* „ 7. „
„ *16''.* „ 8. „
„ *17''.* „ 9. „
„ *18''.* „ 10. „
„ *19''.* „ 11. „
„ *20''.* „ 12. „
„ *21''.* „ 1. Lumbalnervengeb.
„ *22''.* „ 2. „
„ *23''.* „ 3. „
„ *24''.* „ 4. „
„ *25''.* „ 5. „
„ *26''.* „ 1. Sacralnervengeb.
„ *27''.* „ 2. „
„ *28''.* „ 3. „
„ *29''.* „ 4. „
„ *30''.* „ 5. „
„ *31''.* „ Coccygealnervengeb.

Fig. 1'''—31'''. **Querabschnitte aus dem Rückenmark einer 35jährigen Frau.**

Fig. 1'''. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 1. Halsnervengeb.
„ *2'''.* „ 2. „
„ *3'''.* „ 3. „
„ *4'''.* „ 4. „
„ *5'''.* „ 5. „
„ *6'''.* „ 6. „
„ *7'''.* „ 7. „
„ *8'''.* „ 8. „
„ *9'''.* „ 1. Dorsalnervengeb.
„ *10'''.* „ 2. „
„ *11'''.* „ 3. „
„ *12'''.* „ 4. „
„ *13'''.* „ 5. „
„ *14'''.* „ 6. „
„ *15'''.* „ 7. „
„ *16'''.* „ 8. „
„ *17'''.* „ 9. „
„ *18'''.* „ 10. „
„ *19'''.* „ 11. „
„ *20'''.* „ 12. „
„ *21'''.* „ 1. Lumbalnervengeb.
„ *22'''* „ 2. „
„ *23'''* „ 3. „
„ *24'''* „ 4. „
„ *25'''.* „ 5. „
„ *26'''.* „ 1. Sacralnervengeb.
„ *27'''.* „ 2. „
„ *28'''.* „ 3. „
„ *29'''.* „ 4. „
„ *30'''.* „ 5. „
„ *31'''.* „ Coccygealnervengeb.

Fig. 1†—31†. **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines einjährigen Kindes.**

Fig. 1†. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 1. Halsnervengeb.
„ *2†.* „ 2. „
„ *3†.* „ 3. „
„ *4†.* „ 4. „
„ *5†.* „ 5. „
„ *6†.* „ 6. „
„ *7†.* „ 7. „
„ *8†.* „ 8. „
„ *9†.* „ 1. Dorsalnervengeb.
„ *10†.* „ 2. „
„ *11†.* „ 3. „
„ *12†.* „ 4. „
„ *13†.* „ 5. „
„ *14†.* „ 6. „
„ *15†.* „ 7. „
„ *16†.* „ 8. „
„ *17†.* „ 9. „
„ *18†.* „ 10. „
„ *19†.* „ 11. „
„ *20†.* „ 12. „
„ *21†.* „ 1. Lumbalnerveng.
„ *22†.* „ 2. „
„ *23†.* „ 3. „
„ *24†.* „ 4. „
„ *25†.* „ 5. „
„ *26†.* „ 1. Sacralnervengeb.
„ *27†.* „ 2. „
„ *28†.* „ 3. „
„ *29†.* „ 4. „
„ *30†.* „ 5. „
„ *31†.* „ Coccygealnerveng.

Fig. 1††—31††. **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines zweijährigen Kindes.**

Fig. 1††. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 1. Halsnervengebiets.
„ *2††.* „ 2. „
„ *3††.* „ 3. „
„ *4††.* „ 4. „
„ *5††.* „ 5. „
„ *6††.* „ 6. „
„ *7††.* „ 7. „
„ *8††.* „ 8. „
„ *9††.* „ 1. Dorsalnervengeb.
„ *10††.* „ 2. „
„ *11††.* „ 3. „
„ *12††.* „ 4. „
„ *13††.* „ 5. „
„ *14††.* „ 6. „
„ *15††.* „ 7. „
„ *16††.* „ 8. „
„ *17††.* „ 9. „

Fig. 18††.	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	10.	Dorsalnervengeb.
„ *19††.*	„	11.	„
„ *20††.*	„	12.	„
„ *21††.*	„	1.	Lumbalnervengeb.
„ *22††.*	„	2.	„
„ *23††.*	„	3.	„
„ *24††.*	„	4.	„
„ *25††.*	„	5.	„
„ *26††.*	„	1.	Sacralnervengeb.
„ *27††.*	„	2.	„
„ *28††.*	„	3.	„
„ *29††.*	„	4.	„
„ *30††.*	„	5.	„
„ *31††.*	„		Coccygealnervengeb.

Fig. 1—35*.* **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines 14 Tage alten Kalbes.**

Fig. 1.*	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	1.	Halsnervengeb.
„ *2*.*	„	2.	„
„ *3*.*	„	3.	„
„ *4*.*	„	4.	„
„ *5*.*	„	5.	„
„ *6*.*	„	6.	„
„ *7*.*	„	7.	„
„ *8*.*	„	8.	„
„ *9*.*	„	1.	Dorsalnervengeb.
„ *10*.*	„	2.	„
„ *11*.*	„	3.	„
„ *12*.*	„	4.	„
„ *13*.*	„	5.	„
„ *14*.*	„	6.	„
„ *15*.*	„	7.	„
„ *16*.*	„	8.	„
„ *17*.*	„	9.	„
„ *18*.*	„	10.	„
„ *19*.*	„	11.	„
„ *20*.*	„	12.	„
„ *21*.*	„	13.	„
„ *22*.*	„	1.	Lumbalnervengeb.
„ *23*.*	„	2.	„
„ *24*.*	„	3.	„
„ *25*.*	„	4.	„
„ *26*.*	„	5.	„
„ *27*.*	„	6.	„
„ *28*.*	„	1.	Sacralnervengeb.
„ *29*.*	„	2.	„
„ *30*.*	„	3.	„
„ *31*.*	„	4.	„
„ *32*.*	„	5.	„
„ *33*.*	„	6.	„
„ *34*.*	„	1.	Coccygealnerveng.
„ *35*.*	„	2.	„

*Fig. 1** — 35**.* **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines 3 Wochen alten Kalbes.**

*Fig. 1**.*	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	1. Halsnervengeb.
„ *2**.*	„	2. „
„ *3**.*	„	3. „
„ *4**.*	„	4. „
„ *5**.*	„	5. „
„ *6**.*	„	6. „
„ *7**.*	„	7. „
„ *8**.*	„	8. „
„ *9**.*	„	1. Dorsalnervengeb.
„ *10**.*	„	2. „
„ *11**.*	„	3. „
„ *12**.*	„	4. „
„ *13**.*	„	5. „
„ *14**.*	„	6. „
„ *15**.*	„	7. „
„ *16**.*	„	8. „
„ *17**.*	„	9. „
„ *18**.*	„	10. „
„ *19**.*	„	11. „
„ *20**.*	„	12. „
„ *21**.*	„	13. „
„ *22**.*	„	1. Lumbalnerveng.
„ *23**.*	„	2. „
„ *24**.*	„	3. „
„ *25**.*	„	4. „
„ *26**.*	„	5. „
„ *27**.*	„	6. „
„ *28**.*	„	1. Sacralnervengeb.
„ *29**.*	„ oberen	2. „
„ *30**.*	„ unteren	2. „
„ *31**.*	„	3. „
„ *32**.*	„	4. „
„ *33**.*	„	5. „
„ *34**.*	„	6. „
„ *35**.*	„	1. Coccygealnerveng.

Fig. 1⁰ — 31⁰. **Querabschnitte aus dem Rückenmark eines Ochsen.**

Fig. 1⁰.	Querabschnitt aus den untersten Schichten des	1. Halsnervengebiets.
„ *2⁰.*	„	2. „
„ *3⁰.*	„	3. „
„ *4⁰.*	„	4. „
„ *5⁰.*	„	5. „
„ *6⁰.*	„	6. „
„ *7⁰.*	„	7. „
„ *8⁰.*	„	8. „
„ *9⁰.*	„	1. Dorsalnervengeb.
„ *10⁰.*	„	2. „
„ *11⁰.*	„	3. „
„ *12⁰.*	„	4. „
„ *13⁰.*	„	5. „

Fig. 14°. Querabschnitt aus den untersten Schichten des 6. Dorsalnervengeb.
„ *15°.* „ 7. „
„ *16°.* „ 8. „
„ *17°.* „ 9. „
„ *18°.* „ 10. „
„ *19°.* „ 11. „
„ *20°.* „ 12. „
„ *21°.* „ 13. „
„ *22°.* „ 1. Lumbalnervengeb.
„ *23°.* „ 2. „
„ *24°.* „ 3. „
„ *25°.* „ 4. „
„ *26°.* „ 5. „
„ *27°.* „ 6. „
„ *28°.* „ 1. Sacralnervengeb.
„ *29°.* „ 2. „
„ *30°.* „ 3. „
„ *31°.* „ 4. „
„ *32°.* „ 5. „
„ *33°.* „ 6. „
„ *34°.* „ 1. Coccygealnerveng.
„ *35°.* „ 2. „

Fig. 36—40 **sind dazu bestimmt, die hauptsächlichsten Texturverhältnisse des Petromyzon-Rückenmarks darzustellen, wie solche auf horizontalen Querabschnitten erscheinen.**

Fig. 36. **Theil eines feinen Querabschnittes aus den weissen Hintersträngen, und zwar aus deren (innersten und) hintersten Schichten, welche aus den feinsten Fasern bestehen, Chromsäurepräparat, 1100fach linear vergrössert.**

Diese Figur zeigt, dass auch in den feinsten Fasern die Axencylinder vorhanden sind.

a a' a''. Axencylinder der feinen Nervenprimitivfasern.

b b'. Nervenprimitivfasern, aus welchen die Axencylinder während der Präparation herausgefallen sind.

Fig. 37. Querabschnitt aus dem mittleren breitesten Theile des Petromyzon-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, 50fach linear vergrössert. Da man die einzelnen Theile bei dieser Vergrösserung nicht genügend deutlich zu unterscheiden im Stande ist, so habe ich die genauere Bezeichnung in Fig. 39 angebracht, wollte aber doch diese Figur ihrer Schönheit und Naturtreue wegen nicht unterdrücken.

Fig. 38. Grosse Nervenzelle zur Seite des Centralcanals (resp. hinter demselben).

a. Hülle.

b. Nervenzellen-Parenchym.

c. Der Kern.

d. Das Kernkörperchen.

e. Elementarröhrchen, die Hülle mit dem Nervenzellenparenchym verbindend.

Fig. 39. Rechte Seitenhälfte eines Querabschnitts (Fig. 37) aus dem Petromyzon-Rückenmark, Chromsäurepräparat, 180fach linear vergrössert. Die Bezeichnungen bedeuten dieselben Theile, wie die auf Taf. II bis X des Atlasses, welche oben pag. XII und XIII angegeben worden sind. In den weissen Vordersträngen, *l l*, sieht man die grossen Müller'schen Fasern, * *, (Querdurchschnittsflächen sammt den Axencylindern). In den Seitensträngen, *m*, *m*, erscheinen kleinere und grössere Fasern, in den weissen Hintersträngen, *n*, *n*, erscheinen die feinsten Fasern. Im grauen Vorderhorn, *o*, sieht man die multipolaren Nervenzellen, bei 1. In den grauen Hinterhörnern, *p*, sieht man die grosse Nervenzelle, 10, welche in der Regel (doch nicht immer) auf Querabschnitten zum Vorschein kommt, und zwar immer nur in einer Seitenhälfte, da diese Nervenzellen asymmetrisch liegen,

d. h. in beiden Seitenhälften nicht in gleicher Höhe oder Horizontalebene, sondern in verschiedenen. Da die Fortsätze dieser Zellen in der Regel nach oben und unten abgehen, longitudinal verlaufen, so sieht man nichts von diesen Fortsätzen auf dem Querabschnitt.

Bei * ist die Austrittsstelle der hinteren Nervenwurzeln, in vorliegendem Abschnitte zufällig nicht sichtbar.

Fig. 40. Querabschnitt aus dem Rückenmark des Petromyzon in natürlicher Grösse (helle Figur auf dem schwarzen Grunde).

Erklärung der neunundzwanzigsten Tafel.

Fig. 1 u. 2. Diese Figuren dienen zur Erläuterung des oben pag. 1120 bis pag. 1130 über das Schema des Rückenmarks-Baues Gesagten. Die Figuren 3 — 8 stellen Längsabschnitte aus dem Petromyzon-Rückenmark dar und beziehen sich auf das oben pag. 1119 Mitgetheilte.

Fig. 1. Schematischer Längsabschnitt (willkürlich vergrössert) durch eine Seitenhälfte des Rückenmarks, parallel den Fissuren, durch hintere und vordere Nervenwurzeln fallend gedacht, drei Ursprungsgebiete von Spinalnervenwurzeln umfassend, zu p. 1120 bis 1129 gehörig.

In jedem der einzelnen Spinalnervenwurzelgebiete finden sich die nämlichen Bestandtheile, die mit gleichen Bezeichnungen versehen sind. Alle Nervenprimitivfasern, deren Verlauf als sicher beobachtete Thatsache dasteht, sind als schwarze, scharfe Linien gezeichnet. Alle Nervenprimitivfasern, deren Verlauf höchst wahrscheinlich, wenn gleich nicht in der vorher bezeichneten Weise sicher genug beobachtet ist, sind als punktirte Linien gezeichnet. Die Nervenzellen sind als einfache Kreise dargestellt.

Bezeichnung der Nervenwurzeln.

R. a. I. Radix anterior Nervi spinalis primi.
R. a. II. „ „ „ „ secundi.
R. a. III. „ „ „ „ tertii.
R. p. I. „ posterior „ „ primi.
R. p. II. „ „ „ „ secundi.
R. p. III. „ „ „ „ tertii.

Bezeichnung der Spinalganglien und der Spinalnerven.

G'. Ganglion spinale Nervi spinalis primi.
G''. „ „ „ „ secundi.
G'''. „ „ „ „ tertii.
N. sp. I. Nervus spinalis primus.
N. sp. II. „ „ secundus.
N. sp. III. „ „ tertius.

Bezeichnung der einzelnen Hauptheile des Rückenmarks.

C. a. Cornu anterius.
C. p. Cornu posterius.
F. a. Funiculi anteriores, zugleich die vorderen Theile der Seitenstränge darstellend.
F. p. Funiculi posteriores, zugleich die hinteren Theile der Seitenstränge darstellend.

Bezeichnung der Nervenprimitivfasern des Rückenmarks.

1. 1'. 1''. 1.* Cerebralfasern (oder Universalfasern) der weissen Vorder- und Seitenstränge.

2. 2' 2''. 2.* Provinzial- (und Local-) Fasern der weissen Vorder- und Seitenstränge, von unten aufwärts verlaufend.

3. 3' 3''. 3.* Provinzial- (und Local-) Fasern der weissen Vorder- und Seitenstränge, von oben abwärts verlaufend.

4. **Localfasern der weissen** (und grauen) **Vorder- und Seitenstränge, horizontal laufend, in vordere Nervenwurzeln übergehend.**

5. 5ª. 5ᵇ. 5ᶜ. **Cerebralfasern der weissen Hinterstränge und des hinteren Theils der Seitenstränge** (von der Nervenzelle *m* ausgehend).

6. 6ª. 6ᵇ. 6ᶜ. **Provinzialfasern der weissen Hinterstränge und der Seitenstränge, von unten aufwärts verlaufend** (von der Nervenzelle *k* ausgehend).

7. 7ª. 7ᵇ. 7ᶜ. **Provinzialfasern der weissen Hinterstränge und der Seitenstränge, von oben abwärts verlaufend** (von Nervenzelle *l* ausgehend).

8. 8ª. 8ᵇ. **Localfasern der weissen Hinterstränge und Seitenstränge, horizontal verlaufend** (von Nervenzelle *i* ausgehend).

9. 9. **Spinalganglienfasern, in vordere Nervenwurzeln übergehend.**

10. 10. **Spinalganglienfasern, in Nervenzellen des grauen Vorderhorns übergehend.**

11. 11.* **Commissurenfasern, abwärts** (resp. vice versa) **in die entgegengesetzte Seitenhälfte verlaufend.** (Von Nervenzelle *d*, resp. *n*, entspringend).

12. 12.* **Commissurenfasern, aufwärts** (resp. vice versa) **in die entgegengesetzte Seitenhälfte verlaufend.** (Von Nervenzelle *h*, resp. *k* entspringend).

13. 13. **Verbindungsfasern zweier Nervenzellen** *(g, h)* **des grauen Vorderhorns einer Seitenhälfte.**

14. 14. **Verbindungsfasern von Nervenzellen** *(k, l)* **des grauen Hinterhorns einer Seitenhälfte.**

15. 15.* **Verbindungsfasern zwischen den Nervenzellen verschiedener benachbarter Nervengebiete einer Seitenhälfte des Rückenmarks.**

16. 16'. 16''. **Verbindungsfasern benachbarter Nervenzellen eines und desselben Nervengebietes der grauen Vorderhörner.**

17. 17'. 17.* **Verbindungsfasern zwischen Nervenzellen der Vorder- und Hinterhörner einer Seitenhälfte des Rückenmarks** (mehr horizontal verlaufend).

18. 18'. **Verbindungsfasern zwischen vorderen und hinteren Nervenzellen-Säulen, der nämlichen oder der entgegengesetzten Seitenhälfte, schräg aufwärts** (oder vice versa) **verlaufend.**

19. 19'. **Verbindungsfasern zwischen vorderen und hinteren Nervenzellen-Säulen** (verschiedener benachbarter Nervengebiete) **schräg abwärts** (oder vice versa) **verlaufend, in der nämlichen oder der entgegengesetzten Seitenhälfte.**

20. 20. **Verbindungsfasern zwischen den Nervenzellen verschiedener benachbarter Nervengebiete.**

21. 21. **Verbindungsfasern zwischen den benachbarten Nervenzellen eines und desselben Nervengebiets der hinteren Nervenzellen-Säulen.**

Bezeichnung der Nervenzellen der grauen Vorderhörner des Rückenmarks.

a. **Nervenzelle der ersten Kategorie,** eine Nervenprimitivfaser horizontal in vordere Nervenwurzeln aussendend.

b. **Nervenzelle der zweiten Kategorie,** eine Nervenprimitivfaser (Provinzialfaser) in die weissen Vorder- und Seitenstränge abwärts sendend.

c. **Nervenzelle der dritten Kategorie,** eine Nervenprimitivfaser (Provinzialfaser) in die weissen Vorder- und Seitenstränge aufwärts sendend.

d. **Nervenzelle der vierten Kategorie,** Commissurenfasern entsendend.

e. **Nervenzelle der fünften Kategorie,** Cerebralfasern der weissen Vorder- und Seitenstränge abgebend.

f. **Nervenzelle der sechsten Kategorie,** mit den Spinalganglien durch eine Nervenprimitivfaser in Verbindung stehend.

g. Nervenzelle der siebenten Kategorie, Verbindungsfasern abwärts zu Nervenzellen benachbarter Nervengebiete entsendend.

h. Nervenzelle der achten Kategorie, Verbindungsfasern zu Nervenzellen benachbarter Nervengebiete aufwärts entsendend.

Bezeichnung der Nervenzellen der grauen Hinterhörner des Rückenmarks.

i. Nervenzelle der ersten Kategorie, Nervenprimitivfasern in die hinteren Nervenwurzeln in mehr horizontaler Richtung aussendend.

k. Nervenzelle der zweiten Kategorie, Provinzialfasern der weissen Hinter- und Seitenstränge aufwärts abgebend.

l. Nervenzelle der dritten Kategorie, Provinzialfasern der weissen Hinter- und Seitenstränge abwärts abgebend.

m. Nervenzelle der vierten Kategorie, Cerebralfasern der weissen Hinter- und Seitenstränge abgebend.

n. Nervenzelle der fünften Kategorie, Commissurenfasern abgebend.

Bezeichnung der Nervenprimitivfasern in den vorderen Nervenwurzeln.

α. Faser der vorderen Nervenwurzel zur Verbindung mit der Cerebralfaser der Vorder- (und Seiten-) stränge.

β. Faser der vorderen Nervenwurzel zur Verbindung mit der abwärts laufenden Provinzialfaser der weissen Vorder- und Seitenstränge.

γ. Faser der vorderen Nervenwurzel zur Verbindung mit den Commissurenfasern (der grauen Substanz).

δ. Faser der vorderen Nervenwurzel zur Verbindung mit den centralen hinteren Nervenbahnen (resp. Nervenzelle *f*).

*. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit der von dem Spinalganglion ausgehenden Faser *(9)*.

ε. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit den centralen hintern Nervenbahnen und den Verbindungsfasern *(17)*.

ι. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit den sub 13 bezeichneten Fasern.

λ. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit den aufwärts laufenden Provinzialfasern der weissen Vorder- und Seitenstränge.

2'. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit der abwärts (resp. aufwärts) verlaufenden Provinzialfaser der Vorder- und Seitenstränge.

*3.** Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit der abwärts (resp. aufwärts) laufenden Provinzialfaser der Vorder- und Seitenstränge.

4. Faser der vordern Nervenwurzel zur Verbindung mit der Nervenzelle *a* des grauen Vorderhorns (intraspinale Ganglienfaser).

Bezeichnung der Nervenprimitivfasern in den hintern Nervenwurzeln.

μ. Nervenprimitivfaser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der Cerebralfaser der weissen Hinter- und Seitenstränge mittelst der Nervenzelle *m*.

ν. Nervenprimitivfaser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der abwärts laufenden Provinzialfaser der weissen Hinter- und Seitenstränge mittelst der Nervenzelle *l*.

ρ. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit den Commissurenfasern (*11*, *11**), resp. der Nervenzelle *n*.

σ. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindungsfaser *17*, *17*, resp. der Nervenzelle *k*, verlaufend.

6. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der aufwärts laufenden Provinzialfaser der Hinter- und Seitenstränge.

7. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der abwärts laufenden Provinzialfaser der Hinter- und Seitenstränge.

8. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der Nervenzelle *i* des grauen Hinterhorns (intraspinale Ganglienfaser).

9. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der vordern Nervenwurzelfaser * (Reflexfaser?).

10. Faser der hintern Nervenwurzel zur Verbindung mit der Nervenzelle *f* des grauen Vorderhorns.

Bezeichnung der Nervenzellen der Spinalganglien.

o.	Nervenzelle,	die	Faser	*6*	abgebend.
p.	„	„	„	*ν*	„
q.	„	„	„	*μ*	„
r.	„	„	„	*ρ*	„
s.	„	„	„	*10*	„
t.	„	„	„	*9*	„
u.	„	„	„	*8*	„
v.	„	„	„	*σ*	„
w.	„	„	„	*7*	„

Fig. 2. Vereinfachtes Schema des Rückenmarks-Baues, zu p. 1129 und p. 1130 gehörig.

I. R. a.	Radix	anterior	Nervi	spinalis	primi.
II. R. a.	„	„	„	„	secundi.
III. R. a.	„	„	„	„	tertii.
R. p. I.	„	posterior	„	„	primi.
R. p. II.	„	„	„	„	secundi.
R. p. III.	„	„	„	„	tertii.

a. a. a. Nervenzelle des grauen Vorderhorns.

b. b. b. „ „ „ Hinterhorns.

c. c. c. „ „ Spinalganglions.

1. 1'. 1''. Cerebralfasern.

2. 2†; 2. 2†; 2. 2†. Aufwärts laufende Provinzialfaser.

3. 3†; 3. 3†; 3. 3†. Abwärts laufende Provinzialfaser.

4. 4†; 4. 4†; 4. 4†. Horizontal laufende Localfaser.

5. 5†. 5'; 5. 5†. 5'. Nervenprimitivfaser, aus den hintern Nervenwurzeln in das Rückenmark ein- und durch die vordern Nervenwurzeln wieder austretend.

6. 6; 6. 6'; 6. 6''. Cerebralfaser der weissen Hinter- und Seitenstränge.

7. 7'; 7. 7'; 7. 7'. Provinzialfaser der weissen Hinter- und Seitenstränge, aufwärts laufend.

8. 8'; 8. 8'; 8. 8'. Provinzialfaser der weissen Hinter- und Seitenstränge, abwärts laufend.

9. 9'; 9. 9'; 9. 9'. Localfaser, horizontal in die hintern Nervenwurzeln verlaufend.

10. Communicationsfaser mit Nervenzellen der Hinterhörner.

11. 12. Commissurenfasern für die entgegengesetzten Seitenhälften.

13. 13. Communicationsfasern für Nervenzellen höherer oder tieferer Gebiete der grauen Vorderhörner.

14. 14. 14. 14. Communicationsfasern für Nervenzellen benachbarter Gebiete, auf- oder abwärts laufend.

Fig. 3—8. Längsabschnitte in rechten Winkeln durch die Fissura anterior und posterior fallend, aus dem mittleren Dorsaltheil des in Chromsäure gehärteten Petromyzon-Rückenmarks. Sämmtliche Figuren sind bei 50facher Linearvergrösserung gezeichnet worden. Wenn man von dem passend gehärteten Petromyzon-Rückenmark feine Längsabschnitte in der bezeichneten Richtung nimmt, so kann man bei einiger Fertigkeit in diesen Arbeiten ein etwa $1/2$ Zoll

langes Stück dieses bandförmigen Rückenmarks in 15 — 20 feine Segmente zerlegen, von denen ich sechs der am meisten charakteristischen hier habe abbilden lassen, welche genügen, ein gutes Bild über die in dem Petromyzon-Rückenmark enthaltenen Elemente und deren Anordnung im Groben und Ganzen zu geben.

Fig. 3. Längsabschnitt aus den hintersten Schichten des Petromyzon-Rückenmarks, zwei Spinalnervengebiete umfassend.

Bei *a, a'* sieht man die Andeutung einer hintern Längsspalte. Bei *b', b* erscheinen die Längsfasern der weissen Hinterstränge, so fein, dass man die einzelnen bei dieser schwachen Vergrösserung zu unterscheiden kaum im Stande ist. Bei *c, c'* sieht man zwei hintere Spinalnervenwurzeln, in querer Richtung in das Rückenmark eintretend, in rechten und schiefen Winkeln sich mit den Längsfasern der Hinterstränge kreuzend und dann sich fächerförmig nach oben und unten ausbreitend, bei *, *.

Die vorliegende bildliche Darstellung gibt übrigens ein im Ganzen doch nur rohes Bild von den überaus feinen Fasern der hinteren Nervenwurzeln und ihrer fächerförmigen Ausbreitung innerhalb des Rückenmarks, die an guten Präparaten überaus schön sich darstellt.

Fig. 4. Längsabschnitt aus den etwas weiter nach vorn gelegenen Schichten der Hinterstränge, resp. den hintersten Schichten der Seitenstränge. Ausser den feinsten Fasern der Hinterstränge, welche zunächst der Fissura posterior, *a, a'*, erscheinen, sieht man dickere Nervenprimitivfasern, bei *d', d*, welche theils parallel mit einander laufen, theils, bei *, sich in schiefen Winkeln durchkreuzen.

Fig. 5. Längsabschnitt noch weiter nach vorn, als in der vorhergehenden Figur, nämlich dicht hinter dem Centralkanal herfallend.

Dieser Abschnitt fällt durch die vordersten Schichten der weissen Hinterstränge, resp. die hintersten Schichten der weissen Vorderstränge und die mittleren Schichten der Seitenstränge. Die fein punktirte Linie in der Mitte der Figur, *e, e'*, erscheint als die den Centralkanal umgebende Epithelialschicht. Zu beiden Seiten derselben sieht man die grossen bipolaren Nervenzellen, *ff*, fünf in jeder Seitenhälfte, nebst den Anfängen der von ihnen ausgehenden Nervenprimitivfasern. Kern und Kernkörperchen einer jeden dieser Nervenzellen ist auf den ersten Blick auch bei dieser schwachen Vergrösserung deutlich. Diese sog. bipolaren Nervenzellen erscheinen in den beiden Seitenhälften dieser Figur zwar symmetrisch angeordnet, jedoch findet man dieses nicht absolut in der Natur, wo vielmehr eine Asymmetrie in der Lage dieser Nervenzellen in beiden Seitenhälften des Rückenmarks stattfindet. Da aber die linke Hälfte der vorliegenden Abbildung nur den Umriss der rechten Hälfte dieser Abbildung zu geben bestimmt ist, um die bezeichnenden Buchstaben aufzunehmen, so wurde auf die erwähnte Asymmetrie (links) keine Rücksicht genommen.

Nächst den eben besprochenen Nervenzellen weiter nach aussen erscheinen, bei *g, g'*, mehrere colossale Müller'sche Fasern, deren Axencylinder bei * hervorsticht. Diese Fasern sind als die hintersten Müller'schen Fasern der weissen Vorderstränge zu betrachten. Noch weiter nach aussen sieht man feinere und dickere Fasern der Seitenstränge, *h, h'*, welche in schiefen Winkeln sich vielfach durchkreuzend, dennoch als Längsfasern der Mehrzahl nach erscheinen.

Fig. 6. Längsabschnitt noch weiter nach vorn, als in Fig. 5 bezeichnet, durch das Rückenmark fallend, und zwar nahe vor dem Centralkanal her.

Bei *e, e'* sieht man an verschiedenen Punkten einen Theil des Centralkanals der Länge nach verlaufend. Unmittelbar neben dieser Mitte des Segments erscheint eine dunkle Schicht, aus verworrenen Fasermassen (Zellenausläufern, Nervenfaserfragmenten etc.), welche bei dieser schwachen Vergrösserung einzeln nicht genauer unterschieden werden können. Noch weiter nach aussen erscheinen zwei colossale Müller'sche Fasern, *g, g', g†, g†*, in deren jeder man den Axencylinder deutlich erkennt. Diese Müller'schen Fasern bilden den hintern Theil der weissen Vorderstränge. Nächst diesen Fasern nach aussen tritt eine Säule von zahlreichen Nervenzellen auf. Es sind dieses die Nervenzellen der grauen Vorderhörner, *i, i*, die sog. Spindelzellen. Man sieht Ausläufer derselben, bei *, *, in die Seitenstränge und, bei +, Ausläufer in die weissen Vorderstränge zwischen den Müller'schen Fasern hindurchgehen. Die Seitenstränge *h, h'* verhalten sich wie in vorhergehender Figur.

Fig. 7. Längsabschnitt durch die weissen Vorderstränge und den vordern Theil

der Seitenstränge herfallend, etwas weiter vom Centralkanal nach vorn entfernt, als in vorhergehender Figur. Von einer Fissura anterior, *a''*, *a''*, sieht man kaum eine Spur. Zu beiden Seiten neben der Mitte des Präparats sieht man, bei *g*, *g'*, *g*, *g'*, Müller'sche Fasern der Länge nach verlaufend. Es sind dieses die, die mittleren Schichten der weissen Vorderstränge bildenden, Nervenprimitivfasern. Dieselben werden in schiefen Winkeln vielfach durchkreuzt von quer- und schräglaufenden Fasern, *k*, *k'*, *k''*, den Fasern der Commissura anterior. In den Seitensträngen, *h*, *h'*, gewahrt man theils parallele Längsfasern, theils Schrägfasern, welche die ersteren in schiefen Winkeln kreuzen.

Fig. 8. Längsabschnitt aus den vordersten Schichten der weissen Vorderstränge. Von einer Fissura anterior ist auch hier kaum eine Spur zu sehen. Dicht neben der Mitte des Präparats, *e*, *e*, gewahrt man feinere und dickere Längsfasern, *g*, *g'*, welche die vordersten Schichten der weissen Vorderstränge bilden. Bei *k*, *k'* werden dieselben durchkreuzt von Querfasern, welche die vordern Theile der Commissura anterior bilden. Bei *m* erscheint eine vordere Nervenwurzel beiderseits, aus viel dickeren Nervenprimitivfasern bestehend, als die hintern Nervenwurzeln in Fig. 3. Diese Fasern durchkreuzen zuerst in rechten oder schiefen Winkeln die Längsfasern der Vorderstränge, breiten sich aber dann sowohl nach oben wie nach unten fächerförmig innerhalb der Vorderstränge aus, und bilden schräglaufende Längsfasern der weissen Vorderstränge, *m**, *m***, bevor sie in das graue Vorderhorn eintreten. Dass ein Querabschnitt den Ursprung einer vorderen und hinteren Nervenwurzelfaser von einer Nervenzelle zeige (Bidder u. A.), erscheint hiernach unmöglich.

Erklärung der dreissigsten Tafel.

Die vorliegende Tafel stellt das Schema des Rückenmarksbaues dar, wie solches sich auf dem Querabschnitt, resp. der Querdurchschnittsfläche zeigt, und bildet die Erläuterung zu dem oben pag. 1121 ff. und pag. 1130 Gesagten. Ich habe hier ein Rückenmarksstück, welches dreien benachbarten Spinal-Nervenpaaren den Ursprung gibt, in willkürlicher Vergrösserung dargestellt (für das Menschen- oder Kalbsrückenmark würde die Figur eine etwa 15—20fache lineare Vergrösserung vorstellen). Aus jeder Höhe des hier dargestellten Rückenmarksstücks, aus welcher ein Spinalnervenpaar entspringt, ist ein einziger Querabschnitt, resp. eine quer abgeschnittene Scheibe des Rückenmarks dargestellt, welche die sämmtlichen Nervenursprünge enthält, und zwischen den einzelnen Scheiben sind die verschiedenen Fasern dargestellt, wie solche von unten nach oben oder umgekehrt verlaufen und das Rückenmark constituiren helfen. Alle in horizontalen Ebenen, oder in den horizontalen Ebenen nahen Richtungen, verlaufenden Fasern sind als innerhalb der einzelnen Querscheiben verlaufend dargestellt. Dass die Fissura anterior jeder Scheibe im Bilde nach unten gerichtet ist und hier einen breiten Spalt in der untern Hälfte einer jeden Scheibe vorstellt, dass der Centralkanal als ein dunkler, runder Fleck in der Mitte einer jeden Querscheibe dargestellt ist, bedarf kaum der Erwähnung. Die weisse Substanz, resp. die verschiedenen weissen Stränge auf der Oberfläche eines jeden Querabschnitts, sind schwach schattirt dargestellt; die graue Substanz dagegen ist weiss, ohne alle Schattirung gelassen. Alle die gröberen Theile der weissen und grauen Substanz sind in jeder Scheibe fast ganz ohne genauere Bezeichnung gelassen; nur habe ich zur Verhütung jedes Missverständnisses den vordern Rand der weissen Vorderstränge mit *F. A.*, den Seitenrand der Seitenstränge mit *F. l.* bezeichnet. Die Nervenzellen sind in allen Scheiben als einfache Kreise dargestellt worden, welche die sie bezeichnenden Buchstaben umschliessen; die Nervenprimitivfasern aber als stärkere oder schwächere Doppellinien, oder da, wo sie als von den Scheiben verdeckt gedacht werden müssen, als einfache punktirte Linien bezeichnet worden. — Uebrigens bezeichnen die sämmtlichen Buchstaben und Zahlen, sowie die andern Bezeichnungen dieser Tafel ganz die nämlichen Theile, wie die der Fig. 1. Tab. XXIX, da her eine speciellere Erläuterung, welche der Leser also pag. CI, ff. findet, hier überflüssig ist.

Erklärung der einunddreissigsten Tafel.

Die vier Figuren dieser Tafel, von denen drei die Erläuterung des Rückenmarksbaues verschiedener Fische, eine die Erläuterung des Rückenmarksbaues bei'm Frosch, bezweckt, sind hauptsächlich dazu bestimmt, darzulegen, dass auch bei den genannten Thierclassen der Bau des Rückenmarks in allen wesentlichen Theilen sich eben sô verhält, wie bei den höheren Thierclassen, nämlich den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen. Diese Figuren bilden die Illustration zu dem oben pag. 1115—1118 Gesagten.

Fig. 1. Querabschnitt aus dem oberen Cervicaltheil des Rückenmarks des Zitterrochens, Chromsäurepräparat, mit Carmin behandelt, 50fach linear vergrössert.

Die sämmtlichen Buchstaben und Zahlen dieser Figur, *A*, *A'*, *B*, *B'*, *C*, *C'*, *D*, *E*, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*, *v*, *w*, *x*, *y*, *z*; *1*, *2*, *3* etc. bezeichnen die nämlichen Theile, wie die, welche bei Erklärung der Querabschnitte vom Menschen- und Kalbs-Rückenmark (Tafel II — X) gebraucht worden sind, und welche oben, pag. XII, XIII der Erklärung der Abbildungen, angegeben worden sind. Der Leser mag daher die hier angeführte Stelle zur Erklärung auch vorliegender Abbildungen benutzen.

Ich will nur auf einige Besonderheiten dieser Figur hier aufmerksam machen.

Der grosse Centralcanal, *c*, erscheint sehr deutlich, von seinem (durch Carmin im Präparat intensiv roth gefärbten) Epithelialkranze umgeben. Die vordere Kreuzungscommissur, *g*, sehr deutlich; weniger auffallend, doch immer deutlich genug, die hintere Commissur, *k*. Die grauen Hinterstränge, *p*, *p*, durch viele isolirte Längsfaserbündel der Seitenstränge von dem grauen Vorderhorn, *o*, zum Theil getrennt.

Die Substantia gelatinosa, *q*, *q*, in vielen Präparaten auffallend, jedoch nicht so wie im Säugethier-Rückenmark durch die viel hellere Farbe von dem übrigen grauen Hinterhorn abstechend. Die grossen Nervenzellen, *1*, *2*, des grauen Vorderhorns erscheinen eben so wie bei den übrigen Thierclassen. Alle übrigen Theile verhalten sich gleichfalls wie bei den höheren Thierclassen und bedürfen daher keiner speziellen Erläuterung.

Fig. 2. Querabschnitt aus dem oberen Cervicaltheil einer $3^1/_2$' langen Lachsforelle, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 50fach linear vergrössert.

Alles was von den Bezeichnungen der Fig. 1 dieser Tafel gesagt worden ist, gilt auch von dieser zweiten Figur. Auch bei diesem Fische zeigen sich alle wesentlichen Theile des Rückenmarks wie bei den höheren Thierclassen. Der Centralcanal, *c*, von seinem Epithelialkranze umgeben, ist auch hier gross und deutlich. Die graue Substanz nimmt aber einen unverhältnissmässig kleinen Theil des Flächeninhalts des Querabschnitts ein. In den grauen Vorderhörnern, *o*, sieht man nur ganz vereinzelte grosse Nervenzellen, *1*, *2*. Eine gelatinöse Substanz der grauen Hinterhörner ist nicht mit Sicherheit zu unterscheiden, dagegen die vordere Commissur, *g*, sehr auffallend. Die Fissura anterior, *a b*, sowie die Fissura posterior, *d e*, wenig auffallend, wegen der Feinheit der in sie eintretenden Pia-mater-Fortsätze. Die ganze weisse Substanz bietet in sehr auffallender Weise die Querdurchschnittsflächen ihrer Längsfasern dar, nicht unähnlich der Durchschnittsfläche eines Strohbündels. Die einzelnen Fasern erscheinen nämlich auffallend durchsichtig, am meisten Mark und Axencylinder, welche letztere bei der Präparation auch grossentheils aus den einzelnen Hüllen herausgefallen sind, und nur die Hüllen der einzelnen Nervenprimitivfasern brechen das Licht stärker. In auffallender Weise erscheinen die aus der grauen Substanz in die verschiedenen weissen Stränge ausstrahlenden Querfasern, *s*, *t*, *t*. Von centralen Nervenbahnen ist zufällig in vorliegend dargestelltem Segmente keine sehr auffallende Spur vorhanden; doch erscheinen jene in andern Segmenten häufig deutlich genug.

Fig. 3. Querabschnitt aus der Cervicalanschwellung des Frosch-Rückenmarks, Chromsäurepräparat, mit Carmin behandelt, 50fach linear vergrössert.

In der Bezeichnung dieser Figur bedeuten die nämlichen Buchstaben und Zahlen auch die nämlichen Theile wie in den beiden vorhergehenden Figuren dieser Tafel.

Der Centralcanal, *c*, ist auch hier sehr gross und deutlich, von seinem Epithelialkranze umgeben. Derselbe liegt inmitten der hier sehr entwickelten Substantia gelatinosa centralis, *f*, *f*, deren grösste Masse zwar hinter dem Centralcanal liegt, während ein geringer Theil dieser Substanz, jedoch ganz entschieden sichtbar, auch vor und zu beiden Seiten dieses Canals erscheint. Diese Substantia gelatinosa centralis bietet, in Carminpräparaten besonders auffallend schön, ihre Verschiedenheit von der übrigen grauen Substanz des Rückenmarks dar, indem sie viel durchsichtiger, heller und meist wie durch eine scharfe Grenze abgeschnitten von der übrigen dunkleren grauen Substanz sich darstellt. An nicht mit Carmin behandelten Chromsäurepräparaten ist mir dieser Unterschied weniger aufgefallen. Die Fissura anterior, *a b*, in welcher hier ein ziemlich dicker Fortsatz der Pia mater, sammt der in ihr eingeschlossenen Arteria spinalis anterior (Querdurchschnitt), erscheint, ist eben so deutlich wie die Fissura posterior, *d e*. Die Com-

missura anterior, *g*, sehr deutlich aus sich kreuzenden Faserbündeln sich darstellend, deren einzelne sich fast durch die ganze Länge der Vorderhörner bis in die Hinterhörner verfolgen lassen, *z*, *z*, *z*. Die ganze graue Substanz ist wie besäet mit kleinen, rundlichen, dunkeln Körperchen (im Präparat von Carmin intensiv roth gefärbt erscheinend); es sind dies die von Bidder's Schule sogenannten Bindegewebskörper, in der That aber nur die Nuclei grösserer Zellen, wie dies oben pag. 901 auseinandergesetzt worden ist. Die grossen Nervenzellenhaufen *1*, *2*, der grauen Vorderhöruer, *o*, erscheinen sehr deutlich. Die hintere Commissur, *k*, *k*, bei dieser schwachen Vergrösserung nicht sehr deutlich, dagegen die hinteren centralen Nervenbahnen, *w*, *w*, in den weissen Hintersträngen, *u*, sehr deutlich; ebenso deren Fortsetzungen, *8*, *8*, *z*, in den grauen Hinterhörnern, *p*, resp. der Substantia gelatinosa Rolando, *q*, welche indessen hier bei weitem nicht so auffallend von der übrigen grauen Substanz absticht, wie im Säugethier-Rückenmark.

Alle übrigen Theile dieses Rückenmarks-Abschnittes kommen im Wesentlichen mit denen des Säugethier-Rückenmarks überein, und es scheint mir daher überflüssig, noch länger hierbei zu verweilen.

Fig. 4. Querabschnitt aus dem oberen Cervicaltheile des Rückenmarks eines Squalus, Chromsäurepräparat mit Carmin behandelt, 50fach linear vergrössert.

Buchstaben und Zahlen bedeuten in dieser Figur die nämlichen Theile wie in den drei übrigen Figuren dieser Tafel. Der Centralcanal, *c*, nebst dessen Epithelialkranze (im Präparat intensiv, wie bei den übrigen Figuren schon angegeben, roth gefärbt) sehr deutlich; ebenso die Fissura anterior, *a b*. Weniger auffallend erscheint, wegen der Dünnheit des in sie eintretenden Pia-mater-Fortsatzes, die Fissura posterior, *d e*. Die vordere Commissur, *g*, sehr auffallend aus sich kreuzenden Fasern zusammengesetzt. Die hintere Commissur, *k*, deutlich genug durch zahlreiche Faserbündel repräsentirt, welche die Substantia gelatinosa centralis, *f*, in verschiedenen Richtungen durchziehen. Die Substantia gelatinosa centralis erstreckt sich in einer sehr auffallenden Weise gegen die hintere Fläche des Rückenmarks hin, und bildet hier gewissermaassen eine besondere Masse, in Form eines Kreuzes, von auffallendem Flächeninhalt, einen Anhang der Substantia gelatinosa centralis, *p**. Diese Masse dürfte mit einiger Wahrscheinlichkeit als Analogon der auch im Frosch-Rückenmark so auffallend erschienenen Substantia gelatinosa centralis betrachtet werden, vielleicht auch als Analogon der Substantia gelatinosa im Rhomboidalsinus der Vögel, und der im Sacraltheile des Säugethier- und Menschen-Rückenmarks so auffallend entwickelten genannten Substanz. Wollte man indessen im Squalus-Rückenmark diese Substanz als zu den grauen Hinterhörnern gehörig betrachten, so liesse sich auch hiergegen vorerst nichts einwenden. Fernere Untersuchungen müssen eben entscheidendere Beiträge zur Classification dieser Substanz bringen. Die grauen Hinterhörner, *p p*, bieten nur einen geringen Flächeninhalt dar; die Substantia gelatinosa, *q q*, häufig sehr auffallend. Die grossen Nervenzellenhaufen, *1*, *2*, der grauen Vorderhörner, *o*, sehr deutlich; in den grauen Hinterhörnern dagegen kann man bei schwachen Vergrösserungen die Nervenzellen kaum erkennen, indem sie hier (wie bei den vorhergehenden Figuren) keine so auffallenden Gruppen bilden, wie bei Säugethieren, Vögeln (Dorsalkerne) und bei gewissen anderen Fischen, wie z. B. bei Petromyzon. Die centralen vorderen Nervenbahnen, *rrr*, die Ausläufer der grauen Vorderhörner in die weissen Vorder- und Seitenstränge, *s*, *s*, *t*, *t*, *t*, sind hier deutlich genug. Centrale hintere Nervenbahnen waren zufällig an diesem Abschnitte nicht sichtbar, sind aber in andern Abschnitten häufig deutlich genug, wie in Fig. 3 dieser Tafel und bei den betreffenden Abbildungen der Rückenmarksabschnitte der übrigen höheren Thierclassen. Die Querdurchschnittsflächen der einzelnen Nervenprimitivfasern sämmtlicher weissen Stränge, insbesondere der Vorder- und Seitenstränge, welche bei Squalus (ebenso wie deren Axencylinder, die in Carminpräparaten intensiv roth erscheinen) grossentheils einen colossalen Durchmesser besitzen, erscheinen in diesen Präparaten, selbst bei 50facher Vergrösserung, sehr auffallend. Man sieht solche, da sie das Licht sehr stark brechen, als dunkle, schwarze, körnerartige Massen, und selbst die vorliegende Abbildung gibt solches ziemlich deutlich zu erkennen, wenn man sie aus einiger Ferne betrachtet. Die übrigen Theile eines Querabschnitts aus dem Squalus-Rückenmark stimmen zu sehr mit denen aus dem Rückenmark der übrigen Thierclassen überein, als dass ich noch länger hierbei verweilen sollte.

Hst beizubinden

PROSPECTUS.

Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks,

nebst einem Atlas von 24 Tafeln anatomischer Abbildungen, in gross Folio-Format,

von Dr. **B. Stilling.**

(Verlag der Literarischen Anstalt in Frankfurt am Main.)

Dies umfangreiche Werk ist die Frucht zehnjähriger Arbeiten des Verfassers. Die Resultate dieser Schrift stützen sich durchaus auf eigne Untersuchungen, nach einer von dem Verfasser erfundenen und in grosser Ausdehnung geübten Methode feinerer Zergliederung des Rückenmark's. Durch diese Arbeit wird der Wissenschaft zum ersten Male eine genaue Uebersicht über den feineren Bau des Rückenmark's in seiner ganzen Ausdehnung, von dem ersten Anfangspunkte oder untersten Ende des Rückenmark's an bis zu dessen Uebergangsstelle in das Gehirn dargeboten, und auf solche Weise der feinere Bau dieses wichtigen Organs in allen seinen verschiedenen Höhen und Provinzen der Erkenntniss zugänglich gemacht, n einer Art und Ausdehnung, wie es bis jetzt noch nicht versucht worden ist. Die Untersuchungen des Verfassers erstrecken sich zwar hauptsächlich auf das Rückenmark des Menschen und der höheren Wirbelthiere; jedoch dehnen sich dieselben auch auf das Rückenmark der übrigen Thierklassen (Vögel, Fische, Amphibien) aus, und somit bietet die Schrift des Verfassers gleichsam ein Gemälde des feineren Baues des Rückenmark's im gesammten Thierreiche. Neben den Mittheilungen der Ergebnisse eigner Forschung hat der Verfasser sorgfältige Rücksicht auf die Arbeiten seiner Vorgänger genommen, und einem jeden Abschnitte eine historische und kritische Uebersicht der wichtigeren Leistungen früherer Forscher als Anhang beigefügt, in welchem die herrschenden Widersprüche erörtert, ihre Entstehung möglichst aufgeklärt und die Vereinbarung derselben unter einander sowie mit den Erfahrungen und Ansichten des Verfassers selbst versucht worden ist. Auf solche Weise ist dasjenige, was als eine der Wissenschaft unwiderruflich angehörige sichere Thatsache zu betrachten ist, eben so hervorgehoben, wie die noch auszufüllenden Lücken als Object künftiger Forschungen scharf bezeichnet und von dem als zweifelhaft Dastehenden gesondert.

Diese Schrift ist von 24 Tafeln sorgfältig nach der Natur auf Stein gezeichneter Abbildungen begleitet, welche von dem nämlichen Künstler angefertigt wurden, der auch die mehrfach anerkannten Zeichnungen zu dem früheren Werke des Verfassers »Über den Bau des Gehirns« (Pons Varolii. 1846) geliefert hat. Dieser Umstand, sowie die sorgsame Ueberwachung, welche der Verfasser der Anfertigung dieser Zeichnungen angedeihen liess, bürgen für die Genauigkeit der bildlichen, mit photographischer Treue ausgeführten Abbildungen, die als treue Darstellungen der betreffenden Gebilde Anspruch haben, einen bleibenden Werth zu besitzen.

Die genannte Schrift zerfällt in drei Abtheilungen. Die erste Abtheilung umfasst die allgemeine Uebersicht über den Bau des Rückenmark's, als das Hauptergebniss der Untersuchungen des Verfassers; wir finden darin die Abhandlung über den Bau der asymmetrischen Theile des Rückenmark's, oder der Verbindungsglieder der symmetrischen Seitenhälften. Zehn Tafeln Abbildungen dazu stellen die Verhältnisse des Rückenmarkbau's dar, wie solche sich auf horizontalen Querschnitten oder in horizontalen Ebenen verhalten. — Die zweite Abtheilung, von 11 Tafeln Abbildungen begleitet, enthält die Darstellung des Bau's der symmetrischen Seitenhälften des Rückenmarks, des Verhältnisses der grauen und weissen Substanzen zu einander und der Nervenwurzeln zum Rückenmark etc. — Die dritte Abtheilung bringt die Darstellung der Ergebnisse der verschiedenen einzelnen Untersuchungsmethoden selbst, der Anfertigung und Aufbewahrung der Präparate u. s. w. Die dazu gehörigen 3 Tafeln geben theils die allerfeinsten Darstellungen von dem Bau und den Elementen einzelner Rückenmarksgebilde, z. B. der Epithelien, der Nervenzellen u. s. w. theils zeigen sie die verschiedenen Formen der Rückenmarkssubstanzen in verschiedenen Provinzen des Rückenmarks in natürlicher Grösse. —

Der Text dieser Schrift erscheint in Quarto, in gleichem Format wie die früheren Schriften des Verfassers über das Rückenmark und die Medulla oblongata; die Abbildungen aber haben sämmtlich, **bis auf Eine***), das Format der mit dem Buch des Verfassers über den Pons Varolii ausgegebenen Tafeln, grösstes Imperial-Folio, und werden zusammen einen **Atlas** bilden, mit welchem die Erklärungen der Abbildungen in gleichem Format wie der Text ausgegeben werden.

Dies ganze Werk, Text in 45—50 Bogen in 4⁰, nebst 24 Tafeln Abbildungen in gross Folio, erscheint in 3 Lieferungen, welche zusammen 16 Thlr. kosten. Man verpflichtet sich zur Abnahme des ganzen Werkes, welches hoffentlich noch im Laufe dieses Jahres vollständig in den Händen der Käufer sein wird.

*) Diese eine Tafel übertrifft alle anderen an Grösse; dieselbe ist eine **Wandkarte für anatomische und andere Hörsäle**, für Anatomen, Physiologen, Aerzte u. Studirende, zur Erläuterung des Rückenmarks, und wird auch **separat**, auf Leinwand aufgezogen, zu dem Preise von circa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Thaler ausgegeben werden.

Ueber den Bau der Primitivnervenfaser und der Nervenzelle.

Mit 2 Tafeln mikroskopischer Abbildungen,

von Dr. **B. Stilling.**

(Verlag der Literarischen Anstalt in Frankfurt am Main.)

Unter diesem Titel ist so eben eine Schrift des genannten Verfassers erschienen, als erstes Heft der von ihm zur Veröffentlichung bestimmten **Beiträge zur Natur- und Heilkunde**, jedoch als für sich durchaus **selbstständiges Ganzes.** Diese Schrift über die Elemente des Nervensystems enthält die Resultate mühevoller anatomischer Untersuchungen nach einer neuen vom Verfassser erfundenen Methode anatomischer Technik. Durch diese Untersuchungen wird die Lehre von dem feinsten organischen Bau der Nerven-Elemente um einen bedeutenden Schritt vorwärts gefördert. Insbesondere ist durch den Verfasser die Verbindung oder der organische Zusammenhang, in welchem die als einzelne Bestandtheile einer Nervenfaser bis jetzt angenommenen Schichten oder Stücke derselben stehen, auf das Bestimmteste nachgewiesen worden, indem er die Verbindungsglieder zwischen dem centralen und peripherischen Theile (Axencylinder, Mark und Hülle) der Primitivnervenfaser entdeckte und künftiger Beobachtung unzweideutig darlegt. Eben so wird durch die Mittheilungen des Verfassers der Bau der Nervenzelle und der organische Zusammenhang, in welchem die als differente Bestandtheile einer Zelle angenommenen Schichten derselben stehen, erläutert und durch Mittheilung neuentdeckter Thatsachen die Lehre vom Bau der Nervenzelle wohl nicht minder gefördert, wie die vom Bau der Nervenfaser.

Diese Schrift dürfte somit in den Kreisen der Wissenschaft als eine solche betrachtet werden, welche durch Mittheilung neuer Thatsachen eine wesentliche Lücke in einer für den Anatomen, Physiologen und Pathologen wie für den Arz und Naturforscher überhaupt wichtigen Lehre ausfüllt.

Das Werk, 21 Bogen in quarto stark und mit zwei Tafeln sorgfältig ausgeführter, nach der Natur gezeichneter lithographischer Abbildungen begleitet, kostet 2 Thlr.

Der Prospect der folgenden Lieferungen, deren jede aber auch als selbstständiges Ganzes erscheint, wird seiner Zeit kurz vor dessen jedesmaligem Erscheinen geliefert werden. Einstweilen moge darüber noch bemerkt sein, dass die Abhandlungen abwechselnd Capitel aus der Naturkunde und aus der praktischen Heilkunde zum Gegenstande haben werden. Da der Verfasser in einer bewegten, bereits 25jährigen praktischen Laufbahn unter den verschiedenen Zweigen der practischen Heilkunde mit Vorliebe auch die operative Chirurgie ausgeübt hat, so werden dessen Erfahrungen auch in diesem Felde in verschiedenen Heften dargeboten werden. Die **zweite Lieferung** wird daher über die Blasenstein-Zertrümmerung oder Lithotritie handeln. Die **dritte Lieferung** bespricht den Bau des Rückenmarks bei Petromyzon fluviatilis. Die **vierte Lieferung** enthält die Erfahrungen des Verfassers über die Heilungen der Harnröhren-Verengerungen mittelst des vom Verfasser erfundenen neuen Instruments. Die **fünfte Lieferung** bespricht den Bau des Rückenmark's bei Amphibien. Die **sechste Lieferung** bringt bemerkenswerthe Fälle aus dem Gebiete der operativen Chirurgie. Die **siebente Lieferung** wird einige Capitel aus der speciellen Pathologie und Therapie zum Gegenstande haben (Miliaria, Croup u. s. w.). —

[illegible]

[illegible]

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Stilling, Benedict,

Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks

Bd.: 2

Francfurt (1859)

4 Anat. 181 n-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10331160-0